

Univerzita Karlova

Přírodovědecká fakulta

Studijní program: Geografie

Studijní obor: Učitelství geografie a matematiky pro střední školy



Václav Černík

Interaktivní aplikace pro výuku tematického celku „Země jako vesmírné těleso“

Interactive application for teaching
the topic of the Earth as a planet

Diplomová práce

Vedoucí práce: RNDr. Marek Křížek, Ph.D.

Praha, 2017

Zadání diplomové práce

Téma práce

Tvorba interaktivní aplikace pro výuku středoškolského tematického celku „Země jako vesmírné těleso“

Cíle práce

Cílem diplomové práce je vytvoření interaktivní výukové aplikace představující planetu Zemi jako vesmírné těleso pro potřeby základního předmětu geografie a geografických seminářů pro vyšší ročníky víceletých gymnázií.

Použité pracovní metody, zájmové území, datové zdroje

Použité pracovní metody/postup: rešerše literatury zabývající se výukovými aplikacemi a rešerše samotných výukových aplikací, analýza obsahu předmětu geografie na gymnáziích.

1. krok: rešerše literatury (tuzemské a zahraniční časopisy) a výukových aplikací (geograficky zaměřených a tematicky podobných či identických) a jejich analýza funkčnosti;
2. krok: analýza zastoupení a obsahu tematického celku "Země jako vesmírné těleso" ve středoškolské výuce;
3. krok: definování témat, která jsou pokryta již existujícími výukovými aplikacemi, a témat, pro která budou vyvinuty vlastní výukové aplikace;
4. krok: stanovení obsahu a struktury vlastních vyvinutých výukových aplikací;
5. krok: tvorba aplikací;
6. krok: vytvoření stručného teoretického vstupu pro témata s převzatými i vytvořenými výukovými aplikacemi;
7. krok: zhodnocení funkčnosti aplikací.

Datové zdroje: informační zdroje, aplikace, vlastní výzkum

Datum zadání: 10.prosince 2014

Bc. Václav Černík
diplomant


RNDr. Marek Křížek, Ph.D.
vedoucí práce

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze dne 22. června 2017

.....

Václav Černík

Poděkování

Tímto děkuji vedoucímu mé diplomové práce RNDr. Marku Křížkovi, Ph.D. za odborné vedení, cenné rady a připomínky. Dále děkuji vedení Gymnázia Žďár nad Sázavou a kolegům za vstřícný postoj a podporu. Největší poděkování patří rodině za podporu v průběhu celého studia. Děkuji také Haničce, jejíž podpora se zejména v posledním roce studia limitně blížila k nekonečnu.

Interaktivní aplikace pro výuku tematického celku

„Země jako vesmírné těleso“

Abstrakt

Práce se zabývá tvorbou interaktivní aplikace pro výuku tematického celku „Země jako vesmírné těleso“ na gymnáziích. V teoretické části se obecně pojednává o digitálních technologiích ve výuce, výukových aplikacích a pedagogicko-psychologických aspektech problematiky. Tematický celek byl vymezen a analyzován s využitím kurikulárních dokumentů, učebnic a školních atlasů. Na základě analýzy byla vybrána dílčí témata, která byla následně zpracována ve výukové aplikaci formou jednotlivých učebních objektů. Bylo vytvořeno 8 učebních objektů („Vzdálenosti a rozměry“, „Oběžná dráha Země“, „Roční období“, „Sluneční čas“, „Měsíční fáze“, „Zatmění Slunce a Měsíce“, „Oběh kolem barycentra“, „Slapové jevy“) a další 4 učební objekty byly převzaty („Sluneční soustava“, „Tvar Země – geoid“, „Pásmový čas“, „Budoucí zatmění“). Ke každému učebnímu objektu byl vytvořen teoretický úvod a dále byly navrženy metodické otázky a úkoly. Výsledná výuková aplikace bude dostupná na internetu jako webová aplikace, bez nutnosti instalace.

Klíčová slova: výuková aplikace, interaktivita, výuka zeměpisu, sluneční soustava, Země, Měsíc

Interactive application for teaching the topic of the Earth as a planet

Abstract

The thesis is focused on the creation of an interactive application for teaching the topic of the Earth as a planet at secondary schools. The theoretical part generally deals with digital technologies for teaching, educational applications and pedagogical-psychological aspects of the subject. The topic was defined and analyzed using curriculum documents, textbooks and school atlases. Based on the analysis, partial topics were selected and turned into an application that covers separate learning objects. 8 learning objects were created (“Distances and dimensions”, “Earth's orbit”, “Seasons”, “Solar time”, “Moon phases”, “Solar and Lunar eclipses”, “Orbiting around the barycenter”, “Tidal phenomena”) and 4 learning objects were taken (“Solar System”, “Earth’s shape – geoid”, “Time zones”, “Future eclipses”). Each learning object has been provided with its theoretical introduction and methodological questions and tasks. The final educational application will be available on the Internet as a web application, without the need for installation.

Keywords: educational application, interactivity, teaching Geography, the Solar System, the Earth, the Moon

Obsah

Přehled použitých zkratk	3
Seznam tabulek	4
Seznam obrázků	5
1 Úvod	7
1.1 Cíle práce.....	8
2 Rešerše	9
2.1 Digitální technologie	9
2.1.1 Vymezení pojmů.....	9
2.1.2 Digitální technologie a studenti	12
2.1.3 Digitální technologie a české školy	14
2.1.4 Digitální technologie ve výuce a současné trendy	17
2.2 Výukové aplikace	19
2.2.1 Vymezení pojmů.....	19
2.2.2 Programované učení	20
2.2.3 Výukové aplikace ve výuce zeměpisu.....	20
2.2.4 Kategorizace a výběr výukové aplikace	22
2.2.5 Rešerše výukových aplikací	26
2.3 Pedagogicko-psychologická východiska.....	28
2.3.1 Strategické dokumenty.....	28
2.3.2 Digitální technologie jako didaktické prostředky.....	29
2.3.3 Vizualizace, multimédia a interaktivita ve výuce	31
2.3.4 Didaktické funkce digitálních technologií.....	36
3 Metodika	38
3.1 Vzdělávací obsah tematického celku „Země jako vesmírné těleso“	38
3.2 Tvorba výukové aplikace	40
4 Výsledky	42
4.1 Vzdělávací obsah tematického celku „Země jako vesmírné těleso“	42
4.2 Učební objekt „Sluneční soustava“	45
4.3 Učební objekt „Vzdálenosti a rozměry“	47
4.4 Učební objekt „Tvar Země – geoid“	51
4.5 Učební objekt „Oběžná dráha Země“	53
4.6 Učební objekt „Roční období“	56

4.7	Učební objekt „Sluneční čas“	60
4.8	Učební objekt „Pásmový čas“	63
4.9	Učební objekt „Měsíční fáze“	65
4.10	Učební objekt „Zatmění Slunce a Měsíce“	67
4.11	Učební objekt „Budoucí zatmění“	70
4.12	Učební objekt „Oběh kolem barycentra“	72
4.13	Učební objekt „Slapové jevy“	74
4.14	Výuková aplikace	77
4.14.1	<i>Využití externí zdroje a licence</i>	78
5	Diskuse	80
5.1	Výběr vzdělávacího obsahu	80
5.2	Forma a obsah výukové aplikace	80
5.3	Technologie a testování z technického hlediska	81
5.4	Zařazení výukové aplikace	82
5.5	Hodnocení aplikace	83
5.6	Srovnání aplikace	84
5.7	Využití ve výuce	85
6	Závěr	87
	Zdroje	89
	Seznam příloh	98

Přehled použitých zkratk

CSS	Cascading Style Sheets
ČSÚ	Český statistický úřad
DPZ	Dálkový průzkum Země
DUM	Digitální učební materiál
EU	Evropská unie
GIS	Geografický informační systém
GPS	Global Positioning System
HTML	Hypertext Markup Language
ICT	Information and communication technologies
IKT	Informační a komunikační technologie
JŠI	Jednota školských informatiků
MIT	Massachusetts Institute of Technology
NPV	Národní program vzdělávání
MŠMT	Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy České republiky
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development
PDF	Portable Document Format
PHP	PHP: Hypertext Preprocessor
RVP	Rámcový vzdělávací program
RVP G	Rámcový vzdělávací program pro gymnázia
RVP ZV	Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání
SE	Standard error (střední chyba průměru)
SQL	Structured Query Language
SVG	Scalable Vector Graphics
ŠVP	Školní vzdělávací program
XML	Extensible Markup Language
WoS	Web of Science
ZŠ	Základní škola
WGS 84	World Geodetic System 1984

Seznam tabulek

Tab. 1: Vymezení pojmů – technika a technologie	10
Tab. 2: Vymezení pojmů – informační a komunikační technologie.....	11
Tab. 3: Vymezení pojmů – interaktivita	12
Tab. 4: Zastoupení vybraných činností studentů na internetu v roce 2016	14
Tab. 5: Počet počítačů (včetně notebooků a tabletů) na 100 žáků ve vybraných zemích EU v letech 2011–2012	15
Tab. 6: Počty publikací na téma digitální technologie ve vzdělávání v období od 1. 1. 2007 do 31. 12. 2016 dle databáze WoS v kategorii pedagogického výzkumu s tím, že název publikace obsahoval alespoň jeden z následujících termínů: ICT, mobile, digital nebo termín začínající na „technolog“	18
Tab. 7: Vymezení pojmů – učební objekt, DUM, výuková aplikace	20
Tab. 8: Výběr výukové aplikace	24
Tab. 9: Požadavky na digitální učební materiály.....	25
Tab. 10: Přehled vybraných výukových aplikací zaměřených za zeměpis, zejména na téma „Země jako vesmírné těleso“	27
Tab. 11: Agregovaný ŠVP tematického celku „Země jako vesmírné těleso“	43
Tab. 12: Výpočet souřadnice pozice daného objektu na mapě.....	49
Tab. 13: Skutečné a přepočtené údaje Slunce a planet sluneční soustavy při zvolené trase	50
Tab. 14: Výpočet vedlejší poloosy	55
Tab. 15: Řešení Keplerovy rovnice	55
Tab. 16: Výpočet polohy Země podle excentrické anomálie	55
Tab. 17: Výpočet deklinace	58
Tab. 18: Výpočet sklonu slunečních paprsků	59
Tab. 19: Výpočet středu kružnice představující zdánlivou dráhu Slunce.....	62
Tab. 20: Vázaná rotace a pohyb Měsíce	66
Tab. 21: Získání směru od Slunce k Měsíci a jejich vzdálenosti.....	69
Tab. 22: Výpočet výšky kužele.....	69
Tab. 23: Výpočet a nastavení pozice kužele.....	69
Tab. 24: Deformace koule a elipsoidu	76
Tab. 25: Využití externí zdroje	79
Tab. 26: Učební objekty ve výukové aplikaci Země ve vesmíru.....	87

Seznam obrázků

Obr. 1: Zařízení používaná studenty a populací nad 16 let pro přístup k internetu v roce 2016.....	13
Obr. 2: Procentuální zastoupení žáků v jednotlivých typech všeobecně zaměřených středních škol podle digitální vybavenosti ve vybraných zemích EU v letech 2011-2012.....	16
Obr. 3: Index využívání digitálních technologií ve školách v roce 2012	17
Obr. 4: Systém kurikulárních dokumentů v Česku.....	28
Obr. 5: Didaktický trojúhelník doplněný o didaktické prostředky	30
Obr. 6: Členění didaktických prostředků	31
Obr. 7: Kužel učení	32
Obr. 8: Grafické znázornění sluneční soustavy ve Školním atlasu světa	34
Obr. 9: Učební objekt „Sluneční soustava“	46
Obr. 10: Střední vzdálenosti planet od Slunce převedené na mapu.....	47
Obr. 11: Učební objekt „Vzdálenosti a rozměry“ – pozice Slunce a planet převedené na trasu z budovy Albertov 6 na studijní oddělení PřF UK.....	48
Obr. 12: Učební objekt „Vzdálenosti a rozměry“ – modelové řešení úkolu č. 1.....	50
Obr. 13: Srovnání průběhu geoidu a elipsoidu	51
Obr. 14: Učební objekt „Tvar Země – geoid“	52
Obr. 15: Učební objekt „Oběžná dráha Země“	54
Obr. 16: Nákres eliptické oběžné dráhy kolem Slunce.....	54
Obr. 17: Učební objekt „Roční období“	58
Obr. 18: Odvození výpočtu sklonu slunečních paprsků	58
Obr. 19: Učební objekt „Sluneční čas“	61
Obr. 20: Učební objekt „Pásmový čas“	64
Obr. 21: Učební objekt „Měsíční fáze“	65
Obr. 22: Pozorování Měsíce ze směru od Země	67
Obr. 23: Učební objekt „Zatmění Slunce a Měsíce“	68
Obr. 24: Učební objekt „Budoucí zatmění“	71
Obr. 25: Učební objekt „Oběh kolem barycentra“	73
Obr. 26: Vektory odstředivých sil při nesprávně pojatém pohybu	73
Obr. 27: Schéma skládání sil a vzniku slapových jevů.....	75

Obr. 28: Učební objekt „Slapové jevy“	76
Obr. 29: Rozcestník výukové aplikace	78
Obr. 30: Integrace učebního objektu do prezentace v Microsoft Powerpointu	86

1 Úvod

Digitální technologie, v závislosti na svém vlastním rozvoji, v posledních letech významně proměnily svět vzdělávání – stávají se důležitým činitelem, který vstupuje do procesu vzdělávání a přináší nové možnosti nejen z hlediska obsahu, ale především formy vzdělávání. Digitální technologie mají potenciál nástroje, se kterým mohou žáci pracovat a rozvíjet své dovednosti a znalosti. Umožňují učitelům ve výuce nabídnout žákům interaktivní výukové aktivity, přiblížit realitu pomocí autentického videa, složité procesy vysvětlit pomocí názorných animací, kde je možné měnit parametry atd. Výzkumy ukazují, že digitální technologie také mají pozitivní vliv na zájem o učení (Simbartl, 2015). Při vhodném přístupu je tak možné žáky motivovat a tím přispět ke zvýšení efektivity následných vzdělávacích aktivit.

Digitální technologie mohou pomoci učiteli při výuce témat, která jsou náročnější na prostorovou představivost, jako v případě tematického celku „Země jako vesmírné těleso“.

Tento tematický celek se na gymnáziích většinou vyučuje v rámci předmětu zeměpis a ve většině případů bývá zařazován na začátek prvního ročníku čtyřletého gymnázia a odpovídajících ročníků víceletých gymnázií, přičemž učivo je pro žáky poměrně náročné na prostorovou představivost vzhledem k vyššímu stupni abstrakce. Tematický celek „Země jako vesmírné těleso“ bývá dotován nejčastěji 12 až 14 vyučovacími hodinami (Matýsková, 2011), což tvoří při obvyklých dvou hodinách zeměpisu týdně více než měsíc výuky – tedy více než jednu desetinu celého časového prostoru pro výuku zeměpisu v prvním ročníku čtyřletého gymnázia a odpovídajících ročnících víceletých gymnázií. Na učivo tohoto tematického celku navazuje další učivo, při jehož výuce se aplikují získané znalosti a dovednosti právě z výuky tematického celku „Země jako vesmírné těleso“. Tento tematický celek tedy zaujímá v rámci zeměpisu na gymnáziích velmi důležité postavení a lze konstatovat, že je potřebné, aby byly učitelům k dispozici kvalitní materiály, které usnadní výuku tohoto náročného a důležitého tematického celku. Digitální materiály určené pro výuku, resp. výukové aplikace, se svými multimediálními a interaktivními aspekty mohou být při výuce tohoto tematického celku velmi užitečné.

1.1 Cíle práce

Cílem této diplomové práce je vytvoření výukové aplikace zaměřené na tematický celek „Země jako vesmírné těleso“, kterou by učitelé a žáci mohli snadno využívat v rámci výuky zeměpisu. Za výukovou aplikaci je považován interaktivní výukový software – software, který interaguje s uživatelem (učitelem nebo žákem) a v systému s uživatelem plní didaktické funkce.

Vytvořená výuková aplikace by měla být primárně určena pro učitele a žáky zeměpisu na čtyřletých gymnáziích a v odpovídajících ročnících víceletých gymnázií. Na některých gymnáziích je toto téma vyučováno i podrobněji ve výběrovém semináři, na což by aplikace měla také reagovat. Tematický celek „Země jako vesmírné těleso“ je v menším rozsahu vyučován i na druhém stupni ZŠ a na nižším stupni víceletých gymnázií – pro tuto cílovou skupinu aplikace nemá být primárně určena, nicméně autorovým zájmem je co nejširší využití aplikace, a proto pro účely výuky těchto nižších ročníků by aplikace měla být také vhodná. Aplikace by tedy měla umožnit např. určité zjednodušení a libovolný výběr výukových materiálů podle uvážení učitele – měla by být variabilní.

Důležitou vlastností vytvořené výukové aplikace by měla být použitelnost na libovolném počítači, notebooku nebo tabletu s libovolným (současným) operačním systémem. Aplikace by měla umožňovat jak práci učitele a žáků s využitím interaktivní tabule nebo obyčejného dataprojektoru, tak i samostatnou práci žáků s využitím mobilních technologií (tablety, notebooky apod.).

Doplňujícím cílem práce je vytvoření teoretických úvodů a metodických otázek a úkolů k jednotlivým tématům zpracovaných ve výukové aplikaci.

2 Rešerše

2.1 Digitální technologie

2.1.1 Vymezení pojmů

Pod pojmem *technika* jsou chápány samotné stroje, nástroje a vybavení – ve vztahu ke vzdělávání se uvádí pojem didaktická technika. *Technologie* zahrnuje techniku samotnou a k ní přidává postupy, metody, programy – ve vzdělávání zejména didaktické postupy, didaktické programy, multimédia, internet apod. (tab. 1)

Pojem *informační a komunikační technologie* (IKT) vznikl překladem z anglického *Information and Communication Technologies* (ICT), přitom se v českém prostředí zkratka ICT používá daleko více než IKT. Někteří autoři (Zounek, 2002) chápou ICT jako synonymum pojmu *informační technologie*. Za ICT jsou obecně považovány technologie, které přenášejí, zpracovávají, ukládají a zobrazují informace a data elektronickou cestou (tab. 2).

Pojem *digitální technologie* je odvozen od slova *digit*, což je anglický výraz pro číslici. Digitální technologie fungují na základě binární soustavy, která využívá číslice 0 a 1. Tyto číslice odpovídají pravdivostním hodnotám výroku, vypnutí či zapnutí elektrického obvodu apod. Všechna digitální data, která jsou zaznamenána jako elektronický obraz, jsou tvořena kombinacemi číslic 0 a 1. Jejich výhodou je, že mohou být upravována, kopírována a přesouvána bez ztráty kvality – na rozdíl od dat analogových. Principy binární soustavy využívají všechny současné počítače (ICT). Význam pojmu *digitální technologie* se tedy považuje za synonymum pojmu ICT (Zounek a Tůma, 2014).

Tab. 1: Vymezení pojmů – technika a technologie

technika	<ul style="list-style-type: none"> • <i>souhrn výrobních a pracovních prostředků, postupů, oborů</i> • <i>souhrn strojů, nástrojů a vybavení pro (výrobní) činnost</i> • <i>způsob provádění určité činnosti (i v oblasti nevýrobní, umění, sportu apod.)</i> • <i>praktická odborná dovednost (zvláště v oborech nevýrobních)</i> (Petráčková a Kraus, 1995, s. 749)
didaktická technika	<i>souborné označení technických zařízení užívaných pro výukové účely</i> (Průcha, Walterová a Mareš, 2013, s. 52)
technologie	<ul style="list-style-type: none"> • <i>obor zabývající se uplatňováním přírodovědných, fyzikálních a chemických poznatků při zavádění, zdokonalování a využívání výrobních postupů</i> • <i>výrobní postup založený na tomto oboru</i> (Petráčková a Kraus, 1995, s. 749)
technologie ve vzdělávání	<ul style="list-style-type: none"> • <i>v širším pojetí – projektování takových technologických postupů, které umožní optimálně řídit žákovu učení v situacích pedagogického typu. Jsou to ucelené a do speciálních programů začleněné postupy řízení (jsou zabudovány ve speciálních učebních textech, v programech počítačů, trenažérů, simulátorů).</i> • <i>v užším pojetí – využívání technických prostředků (počítačů, audiovizuální techniky atd.) ve vzdělávání.</i> (Průcha, Walterová a Mareš, 2013, s. 309)
nové technologie ve vzdělávání	<i>moderní prostředky didaktické techniky, didaktické programy a jimi inspirované nové formy vyučování zahrnující zejména:</i> <ul style="list-style-type: none"> • <i>sítě (lokální počítačové sítě, internet a jeho prostřednictvím přístupné on-line knihovny, databáze a další zdroje informací, videokonference aj.);</i> • <i>multimédia, která spojují různé formy prezentace informace (hypertext, obraz a animovaný obraz, zvuk atd.) na různých typech nosičů (on-line, na CD-ROM,);</i> • <i>mobilní prostředky a přístupy podporující flexischooling a další formy distančního vzdělávání zahrnující bezdrátové sítě, notebooky půjčované studentům pro práci doma apod.</i> (Průcha, Mareš a Walterová, 2003, s. 139)

Tab. 2: Vymezení pojmů – informační a komunikační technologie

ICT	<i>obecně zahrnuje technologie, jako jsou mobilní telefony, počítače, internet a s nimi spojené systémy, aktivity a procesy, které se podílejí na zobrazení, zpracování, skladování a přenosu informací a dat elektronickou cestou.</i> (ČSÚ, 2016b, s. 559)
informační technologie	<i>bývají charakterizovány jako technologické prostředky určené pro zpracování dat a informací. Informační technologie se obvykle rozdělují do tří základních skupin:</i> <ul style="list-style-type: none">• <i>základní programové vybavení (operační systémy)</i>• <i>aplikační programové vybavení (vlastní aplikace – např. textové procesory, tabulkové editory, webové prohlížeče aj.)</i>• <i>technické vybavení (počítače, síťová infrastruktura aj).</i> <i>(Zounek, 2002)</i>

Označení *informační a komunikační technologie* (ICT) je podle Neumajera (2012a) v oblasti vzdělávání v Česku nejrozšířenější. Neumajer (2012a) nabádá, aby se místo tohoto označení v souladu s doporučením Seymeoura Paperta¹ používal ve vzdělávání pojem *digitální technologie*. Označení technologie jako *informační a komunikační* totiž zdůrazňuje především tradiční přístup ke vzdělávání, kdy počítač vystupuje v roli zprostředkovatele informací. Na rozdíl od toho pojem *digitální technologie* zastřešuje kromě informačních možností i konstruktivistické možnosti, které dané technologie ve vzdělávání nabízí.

Pojem *digitální* se v poslední době využívá čím dál častěji: nasvědčuje tomu mimo jiné název strategického dokumentu *Strategie digitálního vzdělávání do roku 2020* (MŠMT, 2014), využívání tohoto pojmu doporučuje i Evropský parlament (Doporučení Evropského parlamentu a Rady ze dne 18. prosince 2006 o klíčových schopnostech pro celoživotní učení). V této práci tedy bude využíván dále pojem *digitální technologie*, který je považován za všeobjímající a zahrnuje veškeré informační, konstruktivistické, multimediální i interaktivní aspekty technologií.

Podobně jako ICT, i pojem *multimediální* je úzce svázán se zpracováním a přenosem informací. Za multimediální přenos informace je považován přenos současně slovem

¹ Seymour Papert byl americký matematik a informatik, působil na Massachusettském technologickém institutu. Řadu let byl jedním z ředitelů laboratoře umělé inteligence na MIT a byl průkopníkem výzkumu možností využití digitálních technologií ve vzdělávání – tímto tématem se zabýval již od 60. let 20. století. (Kapoun, 2012)

i obrazem. Slovo může být mluvené i psané, jako multimedia jsou tedy chápány různé ilustrované učebnice, dokumentární filmy, komentovaná promítání schémat apod. Dnes jsou standardně multimedia i jejich veškeré části vytvářeny a zaznamenávány digitálně (Koupil, 2011).

Pojem *interaktivní technologie* úzce souvisí s pojmem *interaktivita* (tab. 3). Interaktivitou v souvislosti s digitálními technologiemi je chápána aktivita učitele i žáka, kteří pracují s digitální technikou. Učitel má např. možnost nastavit vhodné parametry výukového programu pro danou skupinu žáků a průběžně ovlivňovat běh programu – interaktivní technologii tak může použít i např. během výkladu. Pokud má každý žák k dispozici zařízení, může ovlivňovat běh výukového programu a aktivně se tak účastnit výuky.

Tab. 3: Vymezení pojmů – interaktivita

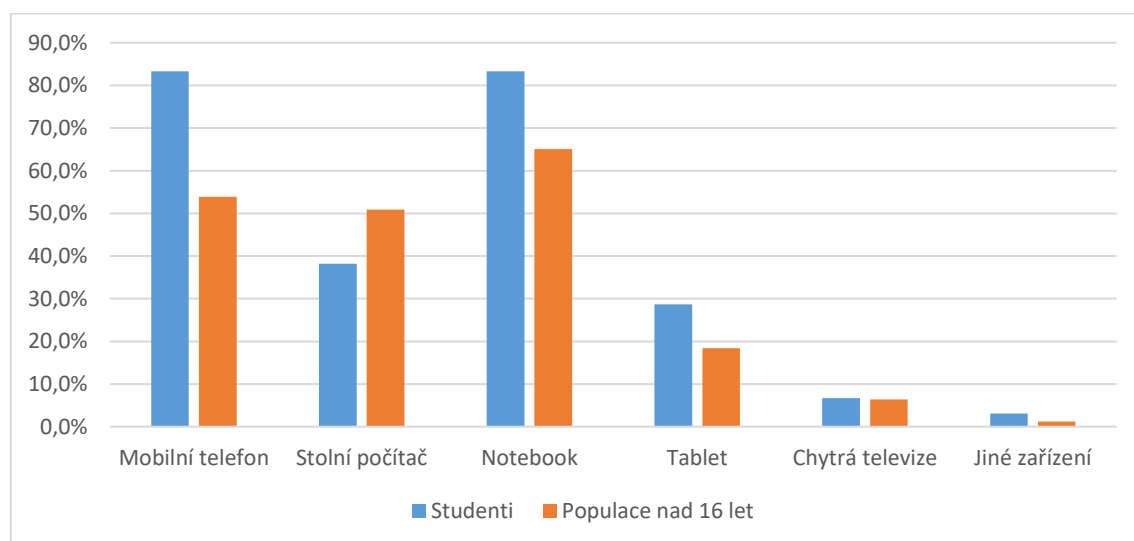
interaktivita	<i>vzájemné působení dvou i více činitelů</i> (Petráčková a Kraus, 1995, s. 339)
interaktivita	<i>vlastnost systému (např. elektronické učebnice) umožňující aktivní přizpůsobení se uživateli a jeho podíl na řízení průběhu jednotlivých procesů. Systém např. umožňuje výběr z variant postupu, reaguje na specifika uživatele (např. pamatuje si chyby, které konkrétní žák dělá při procvičování a podle toho volí další úlohy), klade nebo zodpovídá otázky apod. Vysokou mírou interaktivity se často vyznačují multimediální výukové programy.</i> (Průcha, Walterová a Mareš, 2013, s. 111)
interaktivita v digitálním světě	<i>aktivita uživatele s technickým zařízením, které je buď schopné přímo reagovat na podněty vzešlé od uživatele (uživatel se například dotkne tlačítka, učiní pohyb, nebo něco vysloví). Technické zařízení poté reaguje na tento podnět, vyhodnotí a zareaguje podle toho, jak bylo zařízení naprogramované</i> (Smutný, 2010)

2.1.2 Digitální technologie a studenti

Podle analýzy Českého statistického úřadu (ČSÚ, 2016c) se v roce 2016 nacházel notebook, stolní počítač nebo tablet ve třech čtvrtinách všech českých domácností. Trend je jednoznačně rostoucí – v roce 2006 bylo takových domácností jen 35 % a v roce 2010 již 60 %. Drtivá většina (95 %) takto vybavených domácností má zároveň i přístup k internetu, z toho skoro všechny domácnosti mají internet vysokorychlostní.

Studenti² dle ČSÚ (2016a, 2016c) používají internet³ téměř všichni (99 %), většina z nich se k internetu připojuje denně nebo téměř denně. Pro srovnání – ČSÚ (2016a) uvádí pro zkoumanou populaci 16–74 let 81,3 % uživatelů internetu, přitom průměr Evropské unie je 79,4 %. Přístup k počítači a internetu má 9 z 10 dětí ve věku 10–15 let (ČSÚ, 2010). Stav v zahraničí je obdobný, vysokou úroveň dostupnosti a využívání digitálních technologií lze konstatovat celkově v zemích a ekonomikách OECD. Ve většině zemí a ekonomik OECD v roce 2012 žilo méně než 2 % patnáctiletých studentů v domácnostech bez počítače (OECD, 2015).

Studenti pro přístup k internetu používají nejčastěji mobilní telefon a notebook, dále (v pořadí) tablet, stolní počítač a chytrou televizi (obr. 1). Na internetu se studenti v oblasti komunikace nejčastěji věnují posílání e-mailů a sociálním sítím, v oblasti zábavy sledují filmy, videa a čtou zprávy (tab. 4). Více než tři čtvrtiny všech studentů používajících internet průměrně stráví používáním internetu pro soukromé účely více než 10 hodin týdně, z nich více než polovina takto tráví více než 20 hodin týdně (ČSÚ, 2016c).



Obr. 1: Zařízení používaná studenty a populací nad 16 let pro přístup k internetu v roce 2016 (dle ČSÚ, 2016c)

² Za studenty jsou v tomto případě považováni i „studenti“ středních škol, v dalších částech této práce se ale píše o žácích středních škol.

³ Použili internet alespoň jednou v třech měsících předcházejících danému průzkumu.

Tab. 4: Zastoupení vybraných činností studentů na internetu v roce 2016 (dle ČSÚ, 2016c)

Komunikace	Posílání e-mailů	96,2 %
	Telefonování přes internet	63,2 %
	Zasílání zpráv pomocí aplikací	49,9 %
	Účast v sociálních sítích	95,3 %
	Celkem (alespoň jedna činnost v oblasti komunikace)	99,2 %
Zábava	Poslech hudby (jiné než rádio)	77,3 %
	Sledování filmů nebo videí	89,8 %
	Hraní/stahování her	61,2 %
	Čtení zpráv	82,2 %
	Celkem (alespoň jedna činnost v oblasti zábavy)	98,5 %

Z výše uvedených údajů je zřejmé, že se digitální technologie čím dál více stávají součástí života dětí a mládeže, tedy i žáků škol. Je výzvou pro školy, aby na tento stav reagovaly. Možnou reakcí je smysluplná integrace digitálních technologií do výuky – což je jedním z důvodů, proč se tato práce zabývá právě možnostmi využití digitálních technologií ve výuce.

2.1.3 Digitální technologie a české školy

Digitální technologie nejsou na českých školách žádnou novinkou. Využíváním tehdy moderních technologií se věnovala řada publikací již od 60. let minulého století. Do českých škol vstoupily významněji v první polovině 90. let 20. století v souvislosti s masivním rozvojem technologií a jejich zvyšující se dostupností pro širokou veřejnost. Zavádění digitálních technologií bylo nejprve záležitostí jednotlivých škol, které se musely spolehnout na své materiální i lidské zdroje. V oficiálních vzdělávacích dokumentech se problematika digitálních technologií objevila až na přelomu tisíciletí. Cílem bylo podpořit aktivity a projekty zaměřené na plošnou implementaci digitálních technologií do vzdělávání a do života společnosti. Česká republika byla jednou z posledních zemí v Evropě, která podobné dokumenty schválila (Zounek a Tůma, 2014; Šedřová a Zounek, 2009).

Jak jsou na tom české školy s využíváním digitálních technologií dnes? ČSÚ (2016a) publikoval zjištění, že 87 % středních škol je vybaveno bezdrátovou sítí Wi-Fi. Tyto školy jsou tak připraveny pro využití nejrůznějších mobilních digitálních technologií (chytré telefony, tablety, notebooky apod.). Školní tablety a notebooky ale nejsou žákům

dostupné – pro střední školy je uváděn údaj 3,1 těchto zařízení na 100 žáků. Přitom stolních počítačů je k dispozici 19,6 na 100 žáků. Drtivá většina zmíněných zařízení je připojená k internetu.

Srovnání se zahraničím umožňuje průzkum *Survey of Schools: ICT in Education* (European Commission, 2013), který proběhl v letech 2011–2012. Mezi českými všeobecně zaměřenými středními školami bylo zjištěno, že na 100 studentů připadá 18 počítačů, obdobné hodnoty dosahují slovenské školy. Rakouské školy dosahují v tomto ohledu mírně horších výsledků než školy české, podstatně hůře je hodnoceno Polsko. Nejlépe vybavené školy jsou v Norsku, kde bylo zjištěno více počítačů než žáků (tab. 5).

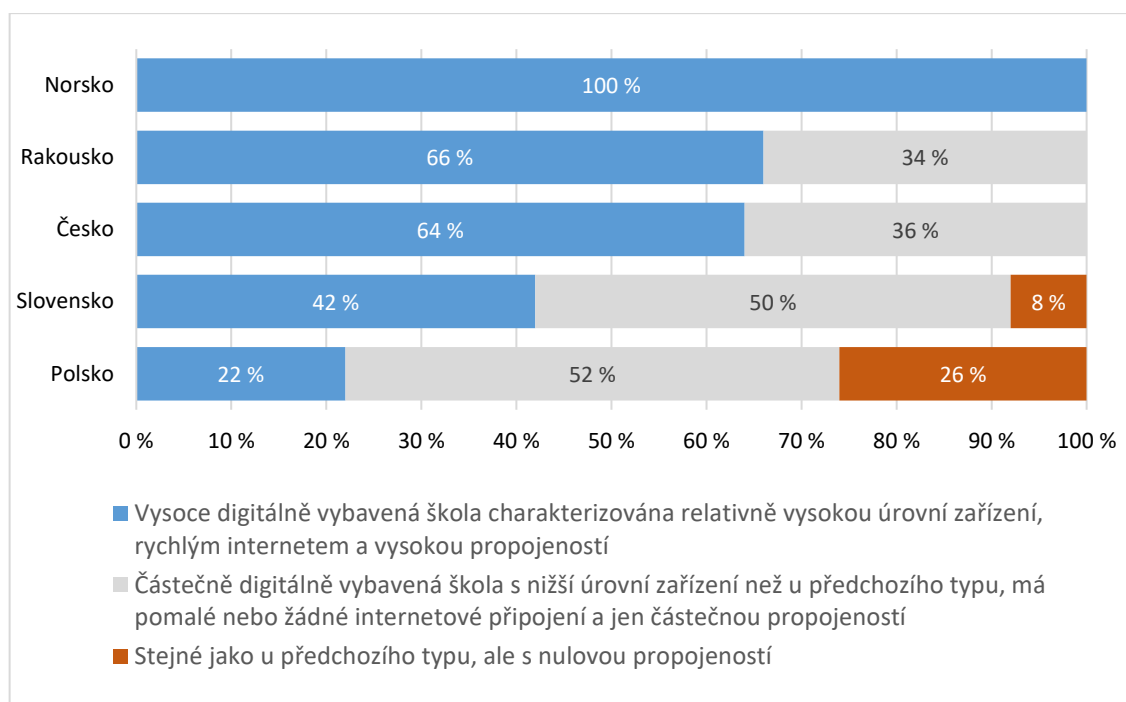
Tab. 5: Počet počítačů (včetně notebooků a tabletů) na 100 žáků ve vybraných zemích EU v letech 2011–2012 (dle European Commission, 2013)

Norsko	Česko	Slovensko	Rakousko	Polsko
110,6 (SE 3,9)	18,0 (SE 0,8)	17,8 (SE 0,9)	16,3 (SE 2,6)	11,6 (SE 0,4)

Tento průzkum dále zavádí pojem *digitálně vybavená škola* a umožňuje srovnání se zahraničím ve více oblastech týkajících se vybavení škol digitálními zařízeními. Srovnání tak zahrnuje počty digitálních zařízení (počítačů, interaktivních tabulí, projektorů apod.), podíl plně funkčního zařízení, rychlost internetu, dostupnost podpory a údržby, propojenost⁴.

Nejlépe vybavené je opět Norsko, kde jsou všechny všeobecně zaměřené střední školy vysoce digitálně vybaveny. Rakousko a Česko dosahují vzájemně podobných hodnot – více než 60 % studentů navštěvuje vysoce digitálně vybavené školy. Slovensko je v tomto hodnocení výrazně horší a nejhůře hodnocené je Polsko (obr. 2).

⁴ Propojeností (angl. connectedness) je zde myšlen souhrn vybavení jako je webová stránka, e-mailové adresy pro učitele a studenty, drátová nebo bezdrátová místní síť a virtuální výukové prostředí.

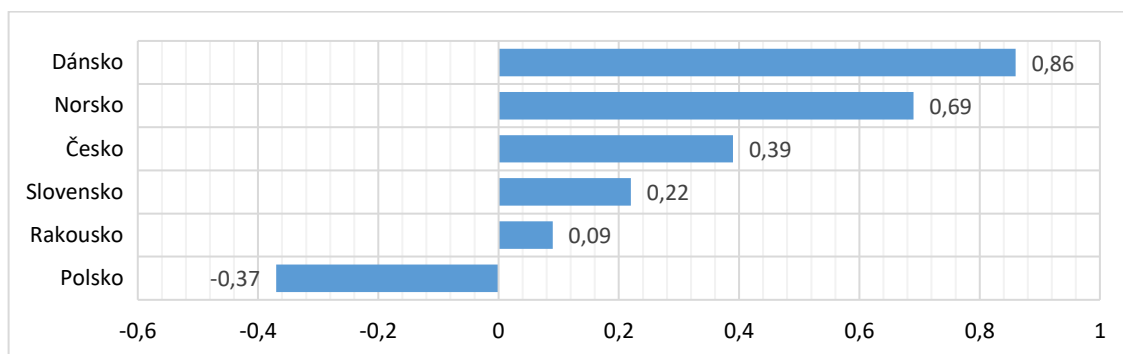


Obr. 2: Procentuální zastoupení žáků v jednotlivých typech všeobecně zaměřených středních škol podle digitální vybavenosti ve vybraných zemích EU v letech 2011-2012 (dle European Commission, 2013)

Infrastruktura je bezesporu důležitou podmínkou využívání digitálních technologií, ale s ohledem na dosaženou úroveň přestává být rozhodující – problematiku digitálních technologií ve vzdělávání již nelze brát pouze z technického hlediska, tedy nejde jen o zvyšování vybavenosti škol. Je nutné zapojit pedagogické hledisko a zabývat se účelným využíváním digitálních technologií při výuce – tak, aby digitální technologie umožnily kvalitnější výuku. Na tento fakt reaguje Strategie digitálního vzdělávání do roku 2020, která počítá s postupným zapojením digitálních technologií do výuky a výslovně definuje důležitost podpory učitelů při zavádění a využívání digitálních technologií (MŠMT, 2014).

Srovnání zemí a ekonomik OECD ve využívání digitálních technologií ve školách (OECD, 2015) ukazuje, že nejvyšší úroveň dosahuje Dánsko následované Norskem, **Česko je v tomto srovnání na 5. místě.** Hůře hodnocené jsou naše sousední státy (v pořadí) Slovensko, Rakousko a Polsko. Polsko konkrétně se umístilo až na 39. místě ze 42 zemí a ekonomik OECD (obr. 3). Srovnávací index využívání digitálních technologií ve školách zahrnuje hodnocení následujících aktivit využívajících digitální technologie: prohlížení internetu při výuce; využívání počítačů při skupinové práci a komunikaci s ostatními studenty; práce na individuálních úkolech na školních počítačích; využívání e-mailu ve škole; stahování, nahrávání nebo prohlížení materiálů na školním

webu; komunikace online ve škole; procvičování; posílání prací na školní web; využívání a hraní simulací ve škole.




Obr. 3: Index využívání digitálních technologií ve školách v roce 2012 (dle OECD, 2015)

Z výše uvedených informací plyne, že digitální technologie jsou českým školám dostupné a české školy se je snaží využívat. Pozitivní (ve smyslu možností využívání digitálních technologií ve výuce) je vysoké rozšíření bezdrátové sítě Wi-Fi, což dostatečně vyvažuje ne zcela vysokou vybavenost škol notebooky a tablety. Díky přítomnosti bezdrátové sítě si mohou žáci přinést do výuky vlastní mobilní zařízení a pracovat s ním. Má tedy smysl se dále zabývat využíváním digitálních technologií ve vzdělávání, prozkoumat příležitosti a rizika, které jejich využívání ve vzdělávání přináší a vytvořit výukovou aplikaci, kterou budou moci učitelé využít ve výuce.

2.1.4 Digitální technologie ve výuce a současné trendy

Využívání digitálních technologií ve vzdělávání se zdá být z pohledu počtu publikací v posledních letech velmi populární – zabývá se jím nepřeberné množství publikací (českých i zahraničních) a je obtížné problematiku kompletně zanalyzovat. V databázi Web of Science je evidováno jen za rok 2015 celkem 1 936 publikací souvisejících s tematikou digitálních technologií ve vzdělávání, výzkumný zájem v průběhu let roste (tab. 6).

Tab. 6: Počty publikací na téma digitální technologie ve vzdělávání v období od 1. 1. 2007 do 31. 12. 2016 dle databáze WoS (Thomson Reuters, 2017) v kategorii pedagogického výzkumu s tím, že název publikace obsahoval alespoň jeden z následujících termínů: ICT, mobile, digital nebo termín začínající na „technolog“.

Rok	Počet záznamů	
2016	1626	
2015	1936	
2014	1447	
2013	1541	
2012	1450	
2011	1374	
2010	1054	
2009	823	
2008	726	
2007	517	

Průcha (2006) upozornil na fakt, že pedagogika a didaktika zaostávají za prudkým rozvojem digitálních technologií ve vzdělávání. Od počátku 21. století začaly být české školy systematicky podporovány v zavádění digitálních technologií, nicméně se převážně řešilo pouze hledisko rozvoje infrastruktury. Průcha (2006) dále konstatoval, že důsledky a didaktické a pedagogické aspekty zavádění digitálních technologií do vzdělávání jsou málo probádané. Digitální technologie jsou často zaváděny do vzdělávacího prostředí s velkým očekáváním ohledně zlepšení učebních výsledků. Není ale potvrzeno, že výuka s využitím digitálních technologií obecně dosahuje lepších výsledků, než tradiční výuka. Někdy tyto technologie navíc přináší negativní efekty – např. sociální izolaci nebo zdravotní problémy (Mareš, 2004).

Mattila et al. (2015) se zabývali proměnou finského vzdělávacího systému. Jedním z pilířů této proměny jsou právě digitální technologie, jejichž využívání by mělo být podle autorů účelné a mělo by pomáhat k lepším výsledkům vzdělávacího procesu. Mattila et al. (2015) odmítli prostou záměnu pera nebo tabule za digitální ekvivalenty (tablety, notebooky nebo interaktivní tabule) – takové využívání digitálních technologií nevede k potřebnému pokroku. Technologie tedy podle výše citovaných autorů musí přinášet přidanou hodnotu a nové postupy do výuky.

Nedávné a současné trendy využívání digitálních technologií ve vzdělávání přehledně charakterizoval Hanus (2015). Potenciál e-learningu byl vyzdvihován především s prvotním rozšířením stolních počítačů připojených k internetu. S postupem času se e-

learning vyprofiloval jako distanční forma vzdělávání i jako doplněk prezenční výuky. S rozvojem mobilních zařízení (mobilní telefony, tablety, notebooky apod.) se začalo hovořit o m-learningu (z angl. mobile-learning, mobilní učení). Mobilní zařízení přináší do vzdělávání především mobilitu, tedy možnost vzdělávání kdekoliv. Nastupujícím trendem je u-learning (z angl. ubiquitous learning, všudypřítomné učení), který umožňuje díky rozšíření digitálních zařízení a služeb studium prakticky kdykoliv, bez ohledu na konkrétní zařízení, lokalitu a čas. Hanus (2015) také upozornil na již zmíněný fakt, že samotná technologie nedělá výuku kvalitnější, s tím, že hlavním záměrem využívání digitálních technologií ve výuce je umožnit žákům pracovat novými způsoby, které by bez nich nebyly možné.

Z výše uvedených informací tedy vyplývá, že digitální technologie je třeba využívat účelně a že digitální technologie především přináší do výuky nové možnosti. Ve výsledku bude jen a pouze na učiteli, zda, kdy a jak digitální technologie použije a zda díky tomu bude výuka kvalitnější. Konkrétní použití technologie by mělo být podřízeno předem stanoveným výukovým cílům, a nikoliv obráceně – uměle hledat využití pro technologie ve výuce (Tůma, 2013).

2.2 Výukové aplikace

2.2.1 Vymezení pojmů

Za *učební objekty* lze považovat menší individuální (atomizované) digitální vzdělávací zdroje, sloučením více učebních objektů vznikne *digitální učební materiál* (DUM). *Výuková aplikace* je interaktivní výukový software – software, který interaguje s uživatelem (učitelem nebo žákem) a v systému s uživatelem plní didaktické funkce (tab. 7). Je možné se setkat i s pojmem *vzdělávací aplikace*, který je užíván ve stejném významu jako výuková aplikace – tyto pojmy jsou považovány za synonyma.

Uvedené vymezení pojmů se doplňuje: DUM lze chápat jako zastřešující pojem, může mít podobu např. pracovního listu nebo právě výukové aplikace.

Tab. 7: Vymezení pojmů – učební objekt, DUM, výuková aplikace

učební objekt	<i>jakýkoliv digitální zdroj, který může být opětovně využíván pro podporu vzdělávání (Wiley, 2000, s. 7)</i>
učební objekt	<i>individuální, kompaktní část učebního materiálu, která je multimediálně založena a která může být použita při různých formách a v různých fázích vzdělávacím procesu (Mattila et al., 2015, s. 20)</i>
digitální učební materiál	<i>V převážné většině jde o pracovní listy, prezentace, testy, videa a zvukové ukázky, které mohou být použity ve výuce. Jejich kombinace a způsob využití závisí na konkrétním uživateli. Mají svá specifika, jsou vytvářeny učiteli z praxe a obsahově je garantují odborní recenzenti. Slovo digitální neznamená, že je k jejich použití vždy nutný počítač, ale fakt, že jsou distribuovány elektronicky. (Neumajer, 2012b, s. 7)</i>
aplikace	<i>aplikační software, tedy takové programové vybavení, které interaguje s uživatelem (IT-Slovník.cz, 2017, pojem aplikace)</i>
výukový software	<i>počítačový program, který umožňuje, aby systém člověk-počítač plnil didaktické funkce; může plnit roli lektora, repetitoria, examinátora, může modelovat unikátní situace, nastavovat rozdílnou obtížnost úloh, poskytovat průběžnou i výslednou zpětnou vazbu (Průcha, Walterová a Mareš, 2013, s. 358)</i>

2.2.2 Programované učení

S počátky využívání výukových aplikací se úzce pojí programované učení. Programované učení se opírá o behaviorální psychologii a snaží se s využitím digitálních technologií řídit učební činnosti žáků. Učivo je rozděleno na malé části (kroky), které na sebe navazují. Žák učivo nepřijímá pasivně, ale aktivně – formou otázek nebo problémového vyučování. Důležité místo zaujímá okamžitá zpětná vazba – žák je okamžitě seznámen se svým výsledkem. Principy programovaného učení dnes přejímá e-learning nebo některé specifické výukové aplikace (Vališová a Kasíková, 2007; Čapek, 2015).

2.2.3 Výukové aplikace ve výuce zeměpisu

Geografie, potažmo školní předmět zeměpis, je přirozeně považována za vědní disciplínu s velkým významem vizuálních prvků. Učitelé při výuce zeměpisu kreslí a využívají schémata, grafy, ilustrace, mapy, fotografie a další média, aby mohli vysvětlit různé geografické jevy a koncepty. Digitální technologie jako jsou GIS, videa, animace,

elektronické atlasy, webové mapové zdroje (společně s digitální technikou – počítači, projektory apod.) mohou být využity ve vzdělávání žáků na jakékoliv úrovni (Lee a Freidman, 2009). Lze tedy konstatovat, že potenciál využití digitálních technologií ve výuce zeměpisu je značný.

Zmíněné GIS bývají zejména v souvislosti s DPZ častým tématem publikací týkajících se digitálních technologií a výuky zeměpisu. Je to téma, které je obsahem zeměpisu na gymnáziích a k využití digitálních technologií přímo nabádá. Podobně jsou na tom i různé webové mapové zdroje, které se také úzce váží ke GIS. GIS, GPS, DPZ a webové mapové zdroje lze shrnout pod pojem *geoinformační technologie*. Geoinformační technologie jsou na většině gymnázií vyučovány pouze teoreticky a nejčastěji pouze jednu až dvě hodiny za celé studium (Král, 2015). Přitom podle Mrázkové a Kubiátka (2009) je výuka vhodného tématu, při které žáci sami pracují s geoinformačními technologiemi, daleko efektivnější, než když žáci přijímají stejné informace pouze pasivně (ač s využitím digitální techniky – např. dataprojektoru). Učitelé považují za bariéru rozvoje výuky geoinformačních technologií a výuky s geoinformačními technologiemi nedostatečnou metodickou podporu, nízkou časovou dotaci zeměpisu a vlastní způsobilost pro práci s geoinformačními technologiemi (Král, 2015).

K nejčastěji používaným geograficky zaměřeným aplikacím se řadí Google Earth. Aplikace Google Earth bývá považována za geoinformační technologii, ale nemá plnohodnotné funkce GIS. Je to virtuální globus, díky kterému je možné zkoumat různá místa na Zemi, umožňuje přidávat a analyzovat různé datové sady. Žáci tak mohou s využitím Google Earth odpovídat na problémové otázky a plnit komplexní úkoly (Patterson, 2007).

Kromě geoinformačních technologií se ve výuce zeměpisu lze setkat i s dalšími učebními materiály, např. aplikacemi pro mobilní zařízení – tablety. Možnostmi využití výukových aplikací (pro tablety) ve výuce zeměpisu se zabývá Hanus (2015), který podotýká, že některé aplikace, které jsou označeny jako vzdělávací, jsou pro využití ve výuce těžko představitelné, a naopak jiné aplikace (neoznačené jako vzdělávací) mohou ve výuce výborně sloužit. Aplikací pro tablety je nepřeberné množství, učitel si z nich musí vybrat vhodnou aplikaci, která bude plnit cíle, ke kterým ve výuce směřuje. Možnosti využití aplikací ve výuce jsou tedy různorodé, včetně možností spolupráce a tvoření.

Jako konkrétní příklad využití aplikace neoznačené jako vzdělávací lze uvést vhodné využití libovolného textového editoru s možností online sdílení obsahu – dané učivo a související vzdělávací cíl tak slouží i jako prostředek k rozvíjení dalších kompetencí: žáci během výuky mohou pracovat s různými informačními zdroji a rozvíjet schopnost vzájemné spolupráce s využitím digitálních technologií.

Výukové aplikace v rámci zeměpisu mohou skvěle sloužit i k prostému memorování a procvičování důležitých znalostí (pojmů, faktů a zejména místopisu), bez kterých by nebylo možné se zeměpisem řádně zabývat.

V souvislosti s digitálními technologiemi ve vzdělávání se lze setkat s interaktivními učebnicemi. Interaktivní učebnice bere jako základ běžnou „papírovou“ učebnici, umožňuje na interaktivní tabuli ukazovat jednotlivé části a je obohacena o další multimediální a interaktivní obsah (Průcha, Walterová a Mareš, 2013). Interaktivními učebnicemi v zeměpisu (na základních školách) se zabýval ve své dizertační práci Petr Simbartl (2015), který vyvrátil hypotézu, že výuka s interaktivní učebnicí vede automaticky k lepším studijním výsledkům žáků. Tento autor zjistil:

- při použití interaktivní učebnice je u žáků vidět probuzený zájem o učení;
- pro udržení pozornosti žáků nejlépe slouží (z nabízeného obsahu interaktivních učebnic) sledování videa a audia, pozorování animací a provádění interaktivních úkolů a cvičení;
- učitelé většinou již mají připravený vlastní postup výuky a postupem v interaktivních učebnicích se striktně neřídí;
- učitelé hodnotí na interaktivních učebnicích jako nejpřínosnější možnost využít zpracované digitální učební materiály (fotografie, obrázky, videa apod.), což jim zkrátí čas při přípravě na výuku, a možnost vysokého stupně názornosti při výkladu (možnost ukázat animaci apod.);
- zhruba polovina učitelů by místo kompletní interaktivní učebnice uvítala pouze databanku multimédií využitelných ve výuce.

2.2.4 Kategorizace a výběr výukové aplikace

Výukové aplikace lze charakterizovat nebo kategorizovat podle definovaných kategorií. Dostál (2009) rozdělil výukové aplikace dle specifických aspektů:

- **dle míry interaktivity** – průběh je, nebo není možné ovlivňovat;

- **dle úrovně vzdělávání** – pro mateřské, základní, střední, nebo vysoké školy;
- **dle míry poskytování zpětné vazby** – zpětnovazební, nebo bez zpětné vazby;
- **dle organizovanosti vzdělávání** – pro školní výuku, nebo pro samostudium;
- **dle online nebo offline funkčnosti** – offline, offline s online podporou, nebo online;
- **dle počtu uživatelů** – monouživatelská, nebo víceuživatelská (více uživatelů pracuje s jedním zařízením, nebo s více zařízeními s využitím počítačové sítě);
- **dle tematického rozsahu** – monotematická, nebo polytematická;
- **dle možností vnímání** – vizuální, nebo audiovizuální;
- **dle jazykových mutací** – jednojazyčná, nebo vícejazyčná;
- **dle licence (verze)** – bezplatná plná verze, bezplatná demoverze, nebo placená verze;
- **dle počtu didaktických funkcí** – s jednou didaktickou funkcí, nebo didakticky polyfunkční;
- **dle zaměření na jednotlivé předměty** – předmětově zaměřená, nebo bez předmětového zaměření.

Při výběru výukové aplikace se učitel řídí především výukovými cíli, kterých chce s využitím dané aplikace dosáhnout, a možnostmi, které mu daná aplikace nabízí (zpětná vazba, přizpůsobení, spolupráce, sdílení apod.). Učitel dále zohledňuje schopnosti a dovednosti žáků i své schopnosti pracovat s aplikací a integrovat ji do výuky, taktéž zohledňuje podmínky realizace – technické a další zázemí (tab. 8).

Národní ústav pro vzdělávání vytvořil požadavky na digitální učební materiály podpořené z veřejných rozpočtů (Neumajer a Růžicková, 2016). Digitální učební materiál by měl být k dispozici pod veřejnou licencí (např. Creative Commons), která umožňuje daný materiál dále sdílet a měl by být dostupný na veřejném internetu (bez dalších podmínek – registrace, platby apod.). Technické požadavky na formát stanovují dostupnost materiálu prostředky, které má potenciální uživatel k dispozici a které používají otevřené standardy – jde tedy o formáty HTML 5, OpenDocument, Office Open XML, PDF, SVG a další. Požadavky na odbornou správnost, pedagogiku a didaktiku stanovují mimo jiné soulad s kurikulárními dokumenty, přiměřenost cílové skupině, možnost přizpůsobení a podporu aktivního zapojení cílové skupiny do procesu učení a také uživatelskou přívětivost (tab. 9).

Tab. 8: Výběr výukové aplikace

<p>Na co se zaměřit při výběru a hodnocení aplikací pro vzdělávání:</p> <ul style="list-style-type: none"> • cíl – jsou dovednosti, procvičované v aplikaci, propojitelné se vzdělávacími cíli, směřují k výstupům z kurikula? • smysl – dovednosti jsou procvičované izolovaně, formou hry a simulace nebo jsou propojitelné s reálným využitím a využívají metody problémového učení? • motivace – vnímají žáci využívání aplikace jako školní úkol nebo si ji vybírají jako svou volbu z nabízených aplikací? • zpětná vazba – zpětná vazba je omezená na potvrzení správné/nesprávné odpovědi nebo umožňuje uchovat, hodnotit a zlepšovat výkon? • uživatelská přívětivost – potřebují uživatelé podporu, vedení, návod k využívání aplikace nebo mohou pracovat rovnou nezávisle na podpoře? • přizpůsobení – je možné měnit nastavení, přizpůsobit rozhraní a úroveň potřebám uživatele? • spolupráce – je možné spolupracovat uvnitř aplikace nebo v online prostředí? • sdílení – dají se rozpracované úkoly uložit, umožňuje aplikace sdílet výsledky prostřednictvím sociálních sítí a cloudových úložišť? <p>(Říhová, 2015)</p>
<p>Výukové aplikace je nutné volit s ohledem na:</p> <ul style="list-style-type: none"> • výukové cíle, kterých má být dosaženo (každá výuka sleduje určitý cíl a veškeré prostředky musí napomáhat jeho dosažení); • věk a úroveň psychického vývoje žáků (obsah aplikace musí být uzpůsoben žákům – jinak bude vypadat výuková aplikace pro žáky prvního stupně a jinak aplikace pro studenta střední školy, a to i v případě, že budou obsahově zaměřeny na stejné téma); • schopnosti učitele integrovat je do výuky (učitelé mívají rozdílné schopnosti zařadit programy do výuky tak, aby napomáhaly dosažení výukových cílů); • podmínky realizace – vybavení učebny, dostupnost jednotlivých programů (důležitým faktorem pro výběr programu je technické vybavení učebny – program musí být na čem spustit), a jejich dostupnost na konkrétní škole – to, že program existuje, ještě neznamená, že ho mohu využívat. <p>(Dostál, 2009)</p>

Tab. 9: Požadavky na digitální učební materiály (dle Neumajera a Růžičkové, 2016)

Autorskoprávní požadavky	
Podmínky užití	<i>Materiál je k dispozici pod veřejnou licenci, která jej umožňuje sdílet (rozmnožovat, rozšiřovat, vystavovat a sdělovat v původní podobě). Doporučuje se, aby veřejná licence dále umožňovala materiál upravovat (zasahovat do něj – rozmnožovat, rozšiřovat, vystavovat a sdílet díla z něj odvozená). Doporučením je zvolit nejznámějšími veřejné licence – Creative Commons.</i>
Technické požadavky	
Online dostupnost na veřejném internetu	<i>Materiál je veřejně dostupný a to tak, že jeho zobrazení či stažení nevyžaduje od uživatele žádné dodatečné podmínky (uhrazení poplatku, zadávání přístupového jména či hesla atp.).</i>
Metadatové popisky	<i>Klíčová metadata popisující materiál a jeho využití ve vzdělávání jsou dostupná a jsou zanesena do reputačního systému na Metodickém portálu RVP.CZ.</i>
Formát (otevřenost a interoperabilita).	<i>Materiál musí být dostupný prostředky, které má potenciální uživatel k dispozici. Materiál je ve formátu používajícím standardy s volně dostupnou specifikací (otevřené standardy) – data musí být ve formátu, který je volně (bezplatně) dostupný nebo do takového formátu převoditelný bezplatně dostupnou aplikací. Jedná se tedy o materiál například v některém z následujících formátů: Webová stránka v jazyce HTML 5; OpenDocument; Office Open XML; PDF; prostý text; JPEG, PNG, GIF, SVG pro obrázky a grafiku; MPEG4, WebM pro video; MP3, FLAC, Ogg Vorbis pro audio.</i>
Technické zpracování	<i>Materiál dodržuje typografická pravidla, naplňuje estetické a grafické požadavky.</i>
Požadavky na odbornou správnost, pedagogiku a didaktiku	
Odborná správnost, soulad s kurikulem	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Soulad s Ústavou a právními předpisy ČR</i> • <i>Odborná správnost a jazyková kultura</i> • <i>Soulad s kurikulárními dokumenty</i>
Didaktické a metodické zpracování	<i>Použité prvky materiálu (textová, grafická část atd.), jejich kombinace a materiál jako celek odpovídají zamýšlené cílové skupině, účelu použití a podporují aktivní učení.</i>
Uživatelská přívětivost	<i>S materiálem lze pracovat intuitivně, uživatel se v něm snadno zorientuje a snadno se naučí s ním zacházet.</i>

2.2.5 Rešerše výukových aplikací

Dostupných aplikací využitelných ve výuce je dnes nepřeberné množství a další průběžně přibývají, proto je následující přehled zaměřen pouze na výukové aplikace s tematikou zeměpisu, zejména na aplikace využitelné při výuce tematického celku „Země jako vesmírné těleso“. Vybrány byly aplikace pro mobilní zařízení, jako jsou tablety, i aplikace spustitelné na běžném počítači. Z důvodu velkého množství dostupných aplikací je tento přehled (tab. 10) jen malým (nereprezentativním) vzorkem, jehož cílem je prezentace současných možností na poli výukových aplikací. Aplikace jsou zkoumány na základě kategorizace výukových aplikací. Lze konstatovat, že aplikací zaměřených na dílčí témata tematického celku „Země jako vesmírné těleso“ je poměrně málo nebo nejsou propagované a snadno vyhledatelné na internetu.

Většina vybraných aplikací je vizuálních, za audiovizuální lze považovat aplikaci Mozaik Education díky mluvenému komentáři u některých učebních objektů. Všechny vybrané aplikace jsou monouživatelské – žák (nebo skupina žáků) sám zkoumá vliv upravených parametrů na situaci. Všechny aplikace jsou vhodné pro výuku ve škole i pro samostudium, některé jsou pro samostudium lépe připravené (např. doprovodnými učebními materiály, otázkami poskytující zpětnou vazbu apod.). Některé aplikace jsou k dispozici pouze v anglickém jazyce, což může při výuce činit problémy (neznalost anglických odborných termínů a jejich českých ekvivalentů).

Vybrané aplikace jsou spustitelné na různých zařízeních bez větších problémů, až na aplikace využívající technologii Flash. Technologie Flash bývala dříve využívána hojně pro nejrůznější animace, dnes je ale již (především z důvodu bezpečnosti, nestability a vysokým nárokům na výkon) na ústupu a některé operační systémy nebo prohlížeče Flash již vůbec nepodporují (Bořánek, 2015). Některé aplikace je nutné instalovat (např. Mozaik Education), což snižuje uživatelský komfort. Za nejvhodnější lze považovat využití technologie HTML 5, díky které je aplikace spustitelná na jakémkoliv zařízení bez ohledu na operační systém – ve webovém prohlížeči. HTML 5 je webová technologie, která při zobrazování grafiky využívá technologii WebGL a je jednoznačně spojena s dalšími webovými technologiemi JavaScript, CSS atd. Nejnovější verze dnes nejpoužívanějších webových prohlížečů tyto technologie podporují (Deveria, 2017). Většina vybraných aplikací je poskytována zdarma. Takové aplikace jsou pro učitele určitě dostupnější než placené aplikace a lze se tak oprávněně domnívat, že takové aplikace budou využívat více než placené.

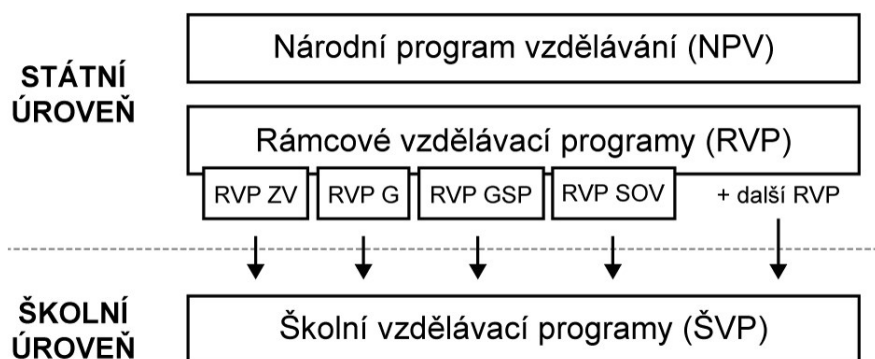
Tab. 10: Přehled vybraných výukových aplikací zaměřených za zeměpis, zejména na téma „Země jako vesmírné těleso“

Slepé Mapy (2017)	Webová aplikace zaměřená na procvičování místopisu na globální i regionální úrovni. Dokáže uživateli pokládat takové otázky, které jsou pro něj nejužitečnější (ve smyslu naučení se vybraných znalostí). Aplikace plně interaguje s uživatelem a poskytuje mu zpětnou vazbu, využívat ji mohou žáci jakékoliv úrovně, je vícejazyčná, je vhodná pro školní výuku i samostudium, je dostupná online, je určena pro jednoho uživatele a je plně zdarma. Tato aplikace je zaměřena čistě na zeměpis, autoři ale na podobném principu vytvořili i další aplikace (např. Slepá anatomie). Aplikace využívá technologii HTML 5.
Google Earth (2017)	Aplikace představující virtuální Zemi – globus. Uživatel zde ve 3D prostředí může zobrazit vizualizace měst, přírodních prvků a také lze zobrazit další geografická data (vrstvy). Aplikace je interaktivní (ve smyslu ovládání pohledu a zobrazených dat), využívat ji mohou žáci jakékoliv úrovně, je vícejazyčná, je vhodná pro školní výuku i samostudium (ve spojení s dalšími učebními materiály), zpětnou vazbu neposkytuje, je k dispozici online (ve webovém prohlížeči) i jako offline aplikace pro různé operační systémy. Díky volitelným vrstvám je polytematická, je k dispozici zdarma.
Mozaik Education (2017)	Aplikace je souborem interaktivních multimediálních učebních objektů – 3D objektů zaměřených na dílčí témata (ze zeměpisu např. zatmění, slapové jevy apod.). Učební objekty představují dílčí téma jako názorný interaktivní 3D model, případně jako animaci s mluveným komentářem. V některých případech nabízí i otázky pro získání zpětné vazby. Aplikaci mohou využívat žáci jakékoliv úrovně, je vícejazyčná, je vhodná pro školní výuku i samostudium, poskytuje zpětnou vazbu, je k dispozici pouze po nainstalování speciální aplikace (online). Je vícejazyčná a obsahuje mnoho dílčích témat z mnoha oborů (nejen zeměpis). Aplikace umožňuje zdarma spustit 10 učebních objektů týdně, jinak je placená.
Solar System Simulator (Vézina, 2017)	Aplikace je zaměřená na sluneční soustavu – představuje její věrný model ve 3D počítačovém prostředí. Rozměry planet a vzdálenosti jsou zde zobrazeny v měřítku a je tak možné si udělat poměrně názornou představu o celém systému sluneční soustavy. Aplikace je interaktivní (umožňuje nastavení pohledu, zvýšení rychlosti pohybu planet apod.), díky své komplexnosti je určena spíše pro žáky středních škol a studenty škol vysokých. Zpětnou vazbu neposkytuje, lze ji použít pro výuku ve škole i pro samostudium (ve spojení s dalšími učebními materiály). Aplikace je jednojazyčná (anglický jazyk) a je k dispozici zdarma. Jedná se o online aplikaci využívající HTML 5.
The NAAP Labs (2017)	Tato aplikace se skládá z více učebních objektů, které představují dílčí témata týkající se astronomie – např. měsíční fáze, roční období a další. Učební objekty umožňují nastavit parametry (např. místo pozorovatele na Zemi), což se projeví v učebním objektu (např. paprsky dopadající na povrch budou mít jiný sklon). Učební objekty jsou doprovázeny i dalšími učebními materiály, např. pracovními listy. Aplikace je interaktivní a je určena pro vysokoškolské studenty, ale je možné je použít i při výuce v nižších stupních. Zpětnou vazbu neposkytuje, je možné ji použít pro výuku ve škole i pro samostudium, je polytematická (v rámci tématu astronomie), jednojazyčná (anglický jazyk) a bezplatná. Jedná se o online aplikaci využívající technologii Flash.

2.3 Pedagogicko-psychologická východiska

2.3.1 Strategické dokumenty

Současný systém kurikulárních dokumentů, který řídí vzdělávání v Česku, je zakotven v zákoně č. 561/2004 Sb., zákon o předškolním, základním, středním, vyšším odborném a jiném vzdělávání. Kurikulární dokumenty jsou vytvářeny na dvou úrovních: státní a školní. Státní úroveň je tvořena Národním programem vzdělávání a rámcovými vzdělávacími programy. NPV stanovuje požadavky na vzdělávání a RVP vymezují základní rámce vzdělávání pro jednotlivé etapy – předškolní, základní a střední vzdělávání. RVP pro střední vzdělávání jsou vypracovány odlišně mimo jiné pro gymnázia (RVP G), gymnázia se sportovní přípravou (RVP GSP) a pro střední odborné vzdělávání (RVP SOV). Školní úroveň kurikulárních dokumentů představují ŠVP, které na základě příslušného RVP vypracovávají jednotlivé školy a podle kterých se na těchto školách uskutečňuje vzdělávání (obr. 4).



Obr. 4: Systém kurikulárních dokumentů v Česku (dle RVP G, 2007)

Jednotlivé RVP stanovují klíčové kompetence, které jsou definovány jako „soubor vědomostí, dovedností, schopností, postojů a hodnot, které jsou důležité pro osobní rozvoj jedince, jeho aktivní zapojení do společnosti a budoucí uplatnění v životě“ (RVP G, 2007, s. 8). Na gymnáziích (čtyřletých a na vyšším stupni víceletých – dále jen gymnáziích) by si měl žák osvojit kompetenci k učení, k řešení problémů, komunikativní, sociální a personální, občanskou a kompetenci k podnikavosti. RVP dále stanovuje konkrétní úroveň těchto kompetencí.

Vzdělávací obsah je v RVP G chápán jako celek očekávaných výstupů a učiva, a je pro tvorbu ŠVP závazný. Učivo zde figuruje jako prostředník k dosažení očekávaných výstupů. Vzdelávací obsah je v RVP G rozdělen do osmi vzdělávacích oblastí, přičemž geografie se řadí do dvou z nich: *Člověk a společnost* a *Člověk a příroda*. V zájmu zachování celistvosti je celý vzdělávací obsah geografie definován v oblasti *Člověk a příroda*. Vzdelávací obsah je zde rozčleněn do základních kategorií: přírodní prostředí, sociální prostředí, životní prostředí, regiony a geografické informace a terénní vyučování.

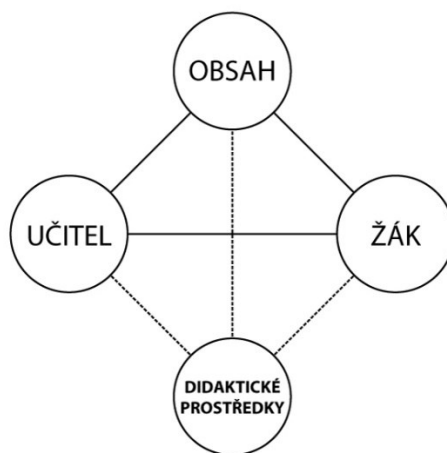
Na základě RVP G tvoří gymnázia vyučovací předměty, ve kterých je vyučován daný vzdělávací obsah. Geografie bývá vyučována v předmětu, který nese název zeměpis. Vzdelávací obsah vyučovaný v jednotlivých předmětech gymnázia podrobněji rozpracovávají ve svém ŠVP.

Protože se tato práce věnuje digitálním technologiím ve vzdělávání, je vhodné představit Strategii digitálního vzdělávání do roku 2020 (MŠMT, 2014). Tento strategický dokument se snaží reagovat na rychlý rozvoj digitálních technologií a jejich rozšíření ve společnosti. Digitální vzdělávání zahrnuje vzdělávání, které účinně využívá digitální technologie na podporu výuky a učení, a vzdělávání, které rozvíjí digitální gramotnost žáků a připravuje je na uplatnění ve společnosti a na trhu práce, kde požadavky na znalosti a dovednosti v segmentu digitálních technologií stále rostou. „*Cílem strategie je nastavit podmínky a procesy ve vzdělávání, které toto digitální vzdělávání umožní realizovat.*“ (MŠMT, 2014, s. 3) Strategie stanovuje směry intervence, které rozpracovává v konkrétní návrhy opatření; např. metodickou podporu začleňování digitálních technologií do výuky a do života školy nebo prosazení otevřených vzdělávacích zdrojů. Za pozitivní lze označit fakt, že MŠMT průběžně zveřejňuje stav řešení za jednotlivé směry intervence a hodnocením řešení strategie se zabývá i JŠI (2017). Bohužel se ale ukazuje, že realizace strategie se zpožďuje nebo je přímo ohroženo její dokončení v určitých směrech intervence.

2.3.2 Digitální technologie jako didaktické prostředky

Klasický tzv. *didaktický trojúhelník*, který znázorňuje vztahy mezi učitelem, žákem a vzdělávacím obsahem, dnes již neodpovídá realitě. Dříve byly různé učební pomůcky využívány jako doplněk výuky, v současné době se ale např. právě digitální technologie stávají plnohodnotným činitelem výuky, proto je třeba trojúhelník rozšířit o další prvek –

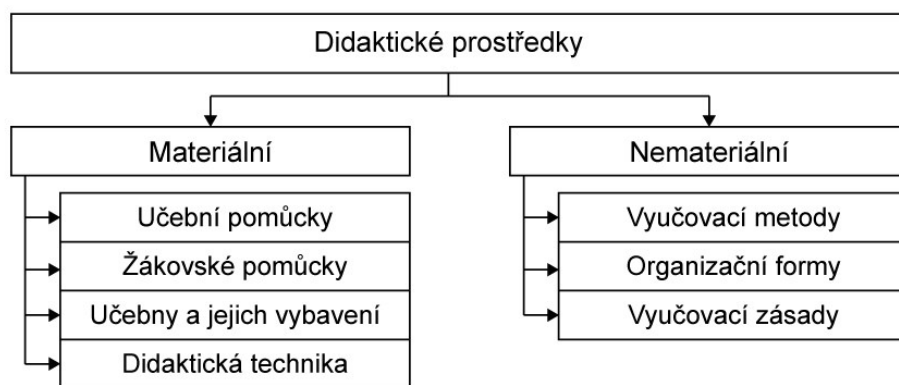
didaktické prostředky. Mezi těmito čtyřmi prvky při výuce probíhá vzájemná interakce (obr. 5).



Obr. 5: Didaktický trojúhelník doplněný o didaktické prostředky (dle Maňáka, 2003)

Podle Maňáka (2003, s. 49) pojem didaktické prostředky zahrnuje „*předměty a jevy sloužící k dosažení vytyčených cílů. Prostředky v širokém smyslu zahrnují vše, co vede ke splnění výchovně-vzdělávacích cílů*“. Jako didaktický prostředek tedy lze považovat různé metody, formy, didaktické zásady, ale i digitální techniku a nejrůznější pomůcky.

Obvykle se didaktické prostředky dělí na materiální a nemateriální (obr. 6). Samotná digitální technika spadá do kategorie materiálních didaktických prostředků, konkrétně do didaktické techniky. Jako didaktickou techniku lze uvažovat i digitální techniku spolu s výukovými aplikacemi; výukové aplikace (digitální učební materiály) lze zařadit i samostatně do kategorie učebních pomůcek. Digitální technologie ale přesahují kategorii materiálních didaktických prostředků do kategorie nemateriálních didaktických prostředků – s digitálními technologiemi využívanými ve výuce se nutně váží určité vyučovací zásady, metody a organizační formy. Vždy záleží na učiteli, jaké vyučovací zásady, metody a organizační formy zvolí vzhledem ke konkrétním žákům a konkrétní digitální technologii, příp. výukové aplikaci.



Obr. 6: Členění didaktických prostředků (dle Geschwindera, Růžičky a Růžičkové, 1995)

2.3.3 Vizualizace, multimédia a interaktivita ve výuce

Výuka v nižších ročnících základních škol často využívá přímou konkrétní zkušenost – žáci např. při výuce o stromech mohou zkoumat šišky, přímo si je osahat, vnímat je všemi smysly; taková výuka je názornější než třeba promítání obrázku šišky. Ne vždy je ale možné ve výuce využít přímou zkušenost – např. právě při výuce dynamických procesů v rámci tematického celku „Země jako vesmírné těleso“ to logicky možné není. I když by hypoteticky bylo možné snadno cestovat do vesmíru, obrovské vzdálenosti a další aspekty (např. časové hledisko) by znemožnily názornou výuku. Učitelé pak mají možnost realitu nahradit různými způsoby, na několika stupních abstrakce (obr. 7). Při výuce využívající vyšší stupeň abstrakce si žák zapamatuje daleko méně (např. žák si po dvou týdnech pamatuje pouze 10 % toho, co četl) než při výuce využívající nižší stupeň abstrakce (např. žák si po dvou týdnech pamatuje 90 % toho, co dělal při experimentování nebo ovládání interaktivní výukové aplikace) (Dale, 1969; Mills, Tomas a Lewthwaite, 2016).



Obr. 7: Kůžel učení (dle Dala, 1969)

Učení se z obrazového materiálu

Učitelé při výuce (nejen) tematického celku „Země jako vesmírné těleso“ mají možnost využít nejrůznější obrazové materiály, které je možné mimo jiné nalézt v zeměpisných učebnicích nebo ve školních zeměpisných atlasech.

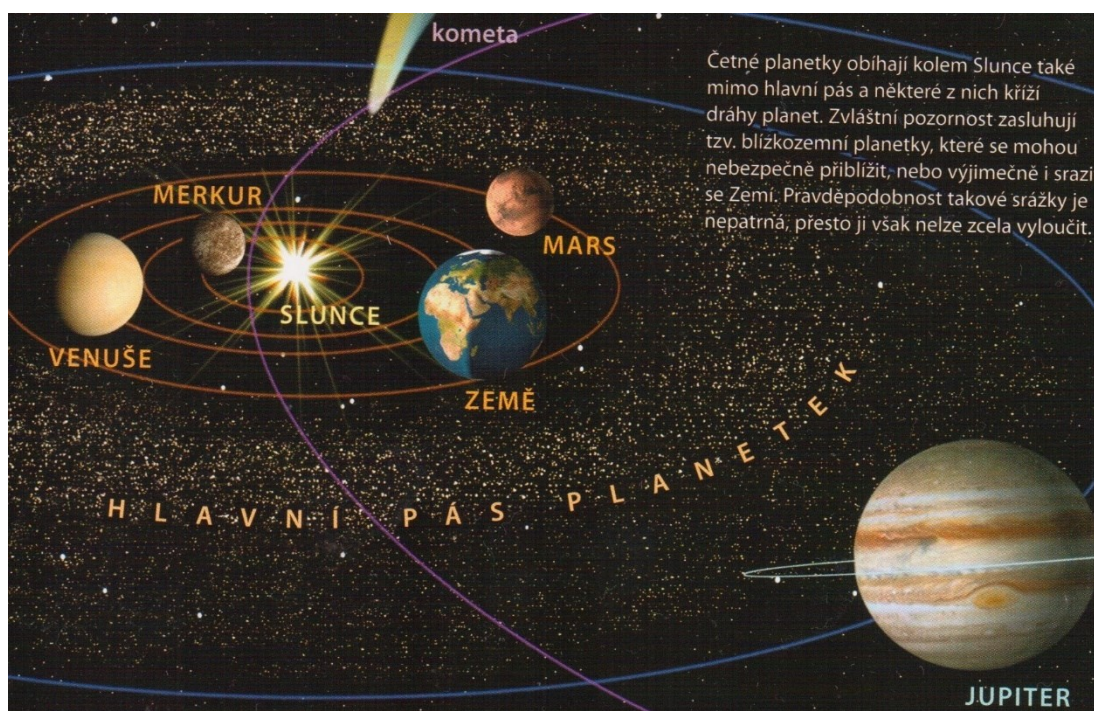
Obrazovým materiálem se rozumí materiály věrně zobrazující skutečnost (fotografie, výukové filmy apod.) a materiály, které skutečnost zjednodušují (např. kresba, mapa, schéma apod.). V obrazovém materiálu převažují nonverbální prvky (Mareš, 1995). Obrazovému materiálu obecně není možné stanovit konkrétní úroveň abstrakce, záleží na jeho použití a zejména jeho konkrétní formě. Je možné ale konstatovat, že s použitím obrazového materiálu klesá stupeň abstrakce v porovnání s použitím učebního textu (obr. 7), což má pozitivní vliv na zapamatování si daného učiva.

Učení se z obrazového materiálu využívá poznatky z kognitivní teorie multimediálního učení. Je prokázáno, že multimediální učení je výhodnější, než když se žák učí pouze z textu nebo pouze z obrazového materiálu (Mayer a Anderson, 1991). Podle tzv. zlatého pravidla didaktiky J. A. Komenského je nutné učivo předvádět „*tolika smyslům, kolika jen je možné*“ (Obst a Kalhous, 2000, s. 338). Výhodnost multimediálního učení spočívá v příjmu informací více kanály současně, nesmí ale dojít k zahlcení některého z kanálů. Proto je vhodnější např. obrazový materiál doprovázet mluveným komentářem než tištěným textem (Lowe a Schnotz, 2008).

Podle Mareše (1995) obrazový materiál plní při výuce mimo jiné následující funkce:

- a) **funkce reprezentující** – cílem je vytvořit u žáků adekvátní obrazové představy, může jít o realistické znázornění i o různou míru schematizace až po grafy a diagramy;
- b) **funkce organizující** – cílem je vhodně uspořádat existující znalosti a představy, případně přeměnit deklarativní poznatky v procedurální poznatky (jak co spolu souvisí apod.);
- c) **funkce interpretující** – cílem je usnadnit žákům pochopení učiva, o němž se ví, že obvykle činí největší potíže; obrazový materiál by měl vytvářet správné představy a předcházet vzniku miskoncepcí, případně napravovat dříve vzniklé miskoncepce.

V souvislosti se zájmovým tematickým celkem „Země jako vesmírné těleso“ lze považovat za nejvýznamnější funkci interpretující – právě takový obrazový materiál učitelé využívají při výuce dynamických procesů a dalšího učiva náročného na představivost. Jako příklad obrazového materiálu, který se vyskytuje v učebních materiálech a je odborně chybný, protože buduje v žácích nesprávné představy, lze uvést obrázek znázorňující sluneční soustavu (obr. 8) – rozměry Slunce a planet a vzdálenosti mezi nimi neodpovídají realitě (nejsou navzájem v měřítku a ani na to žák není upozorněn). Odborně správně znázornit sluneční soustavu je ale v rámci statického obrazového materiálu prakticky nemožné kvůli obrovským vzdálenostem a vůči nim miniaturním rozměrům planet. Nové možnosti znázornění nabízí až právě digitální technologie.



Obr. 8: Grafické znázornění sluneční soustavy ve Školním atlasu světa (Kartografie Praha, 2004)

Animace

Jednou ze základních předností, kterou využívání digitálních technologií ve výuce přináší, je možnost využití nejrůznějších multimédií, pokročilých vizualizací a zejména interaktivity, díky čemuž se značně snižuje stupeň abstrakce a výuku tak lze při vhodném použití považovat za méně náročnou, případně efektivnější. Animace a interaktivita umožňují vhodně a odborně správně znázornit takové učivo, které jinak není snadné nebo není vůbec možné kvůli svým vlastnostem odborně správně znázornit.

Animace je pohyblivý obraz, který umožňuje zobrazit jevy a situace, které se v průběhu času mění – např. pohyb planet (Lin a Atkinson, 2011). Oproti videozáznamu, kde je zobrazována realita, animace zobrazuje pouze virtuální model. Díky tomu je možné virtuální model obohatit o další prvky (např. vektory sil v animaci znázorňující slapové jevy, dráhy pohybu), případně zobrazit vnitřek nějakého objektu (např. Země). Vzhledem k tomu, že animace nezobrazuje realitu, se při její tvorbě autoři dopouští určitého zjednodušení daného jevu nebo systému tak, aby výsledek byl přehledný, názorný a účelný – aby mohl vhodně plnit didaktické funkce.

Mnoho studií uvádí, že výuka s využitím vhodných animací má pozitivní vliv na efektivitu učení a pochopení učiva žáky ve srovnání s výukou s využitím statického

obrazového materiálu (Lin a Atkinson, 2011). Pozitivní vliv animací vzrostl zejména když:

- animace byly obohaceny o prvky směřující pozornost uživatele ke klíčovým místům a informacím;
- animace byly obohaceny o možnosti interaktivity;
- animace neobsahovaly zbytečné nesouvisející prvky;
- uživatelé měli k dispozici vysvětlující text nebo animace byla slovně doprovázena.

Dále jsou animace výhodnější pro učení žáků s nižší úrovní předchozích znalostí, neboť dokáží např. mechanický pohyb demonstrovat explicitně, bez toho, aby žák musel vyvozovat pohyb na základě statického obrazového materiálu (Lin a Atkinson, 2011; Lowe a Schnotz, 2008). Např. žák v prvním ročníku gymnázia má nízkou úroveň předchozích znalostí o pohybu vesmírných těles, matematice a fyzice (mechanice), a tak využití animace při výuce tématu Měsíc (např. pohyb kolem barycentra) bude vhodné. Naopak u vysokoškolského studenta s vyšší úrovní předchozích znalostí by k výuce daného tématu byl vhodnější statický obrazový materiál, případně pouze učební text. Vysokoškolský student by samozřejmě učivo pochopil i s pomocí animace, ale díky vyšší úrovni předchozích znalostí je schopen se dané učivo naučit rychleji a efektivněji bez animace. Úspěšnost učení s využitím animací závisí také na konkrétním jedinci, respektive na jeho schopnostech prostorového vnímání a na jeho dalších vlastnostech (Ruiz, Cook a Levinson, 2009).

Interaktivita

Interaktivitu v souvislosti s animacemi lze rozdělit do dvou typů (Mayer, 2014):

- ovládání zobrazení – např. funkce přehrát/pozastavit, zaměřit se na konkrétní oblast, změna pohledu apod.;
- nastavování parametrů, v jejichž závislosti se mění průběh zpracování daného učebního objektu – např. úprava excentricity eliptické dráhy oběhu Země kolem Slunce, úprava sklonu zemské osy apod.

Pozitivní vliv interaktivity na efektivitu výuky a pochopení učiva žáky konstatuje řada studií (Keating et al., 2002; Mills, Tomas a Lewthwaite, 2016; Lin a Atkinson, 2011). Např. výuková aplikace představující sluneční soustavu díky své interaktivitě (nastavování parametrů) pomáhá lépe vysvětlovat dynamické jevy a systémy; žáci

využívající animaci, která umožňuje individuální pozastavení, pochopili dané dynamické jevy lépe a hlouběji než žáci, kteří shlédli celou animaci bez zastavení.

Nelze ale zaručit, že interaktivní učební objekt bude pro výuku vždy vhodnější než neinteraktivní varianta (Rasch a Schnotz, 2009). Pokud by byly možnosti interaktivity v daném učebním objektu překombinované, výsledek by byl pro žáka nepřehledný a takový interaktivní učební objekt by nepřispěl k lepšímu porozumění danému učivu.

Trojrozměrné možnosti vizualizace

Při prezentaci složitých systémů, jako je např. sluneční soustava, je výhodné v interaktivní animaci zapojit i třetí rozměr. Trojrozměrné interaktivní animace složitých systémů, které umožňují pohyb v prostoru, mohou být pochopení daných systémů velmi efektivní (Küçüközer, 2008). Žáci se bez využití trojrozměrných interaktivních animací naučí některé učivo správně jen velmi obtížně – na základě nevhodných nákrešů týkajících se slapových jevů v některých učebnicích (např. Bičík, Janský a kol., 2001, s. 11) žáci nesprávně identifikují jako místa s odlivem severní a jižní pól (Kocová, 2015). V porovnání s dvojrozměrným nákresem tohoto trojrozměrného jevu bude využití trojrozměrných interaktivních animací vhodnější volbou.

Tyto možnosti přináší až právě rozšíření digitálních technologií ve školách, kdy např. každý žák může na svém zařízení (tablet, notebook apod.) ovládat takovou interaktivní trojrozměrnou animaci a daný jev díky tomu řádně pochopit.

2.3.4 Didaktické funkce digitálních technologií

Digitální technologie nemají za cíl zcela nahradit učitele, v různých momentech jej ale mohou zastoupit, případně pomoci při zefektivnění vzdělávacího procesu (Dostál, 2009). Zounek a Šed'ová (2009) stanovili na základě svého výzkumu pět různých způsobů, jimiž jsou digitální technologie při výuce didakticky používány:

- a) **nosič obsahu** – žáci se sami učí nové učivo s využitím digitálních učebních materiálů (příčemž učitel ustupuje do pozadí), nebo učitel během výkladu průběžně využívá digitální technologie (např. slovy doprovází připravenou prezentaci);
- b) **extenze** – digitální technologie doplňuje a rozšiřuje tělesné, smyslové nebo mentální schopnosti žáků (např. s obrazy a schématy je možné hýbat, otáčet a zvětšovat je, je možné tak dosáhnout názornější výuky);

- c) **pracovní nástroj** – žáci využívají digitální technologie k tvorbě určitých výstupů (např. žáci se učí vyhledávat dopravní spojení v aplikaci nebo žáci zpracovávají vlastní materiály místo zápisu do sešitu);
- d) **testovací stroj** – digitální technologie je možné využívat při testování žáků i při procvičování učiva;
- e) **kulisa a doplněk** – digitální technologie mohou přinášet do výuky „přídavnou“ informaci, která není stěžejní a má spíše motivační funkci.

Další autoři (Mattila et al., 2015) stanovují podobné didaktické funkce digitálních technologií, zdůrazňují ale navíc **komunikační funkce** (žáci mohou komunikovat navzájem, ale i s expertem na dané téma) a **funkce umožňující spolupráci žáků**. Dále stanovují didaktické funkce samotných učebních objektů:

- a) **kognitivní aktivace** – učební objekt může aktivovat žákovy předchozí znalosti a kognitivní procesy, což umožní efektivnější učení;
- b) **navození kontextu, definování problému** – učební objekt může navodit potřebný kontext, např. video navodí autentickou situaci, ze které jsou patrné problémy k řešení;
- c) **informační zdroj** – nejrozšířenější funkce učebních objektů – mohou být využity jako informační zdroj při výukových aktivitách;
- d) **budování znalostí a schopností** – specifické učební objekty (nástroje) je možné využít k budování nebo rozvíjení konkrétních znalostí a schopností;
- e) **zpětná vazba** – učební objekty mohou žákovi pomoci se zpětnovazebním procesem;
- f) **testování a posouzení** – učební objekty mohou testovat žákovy znalosti a dovednosti a také posuzovat jejich učení a kompetence.

Z uvedeného přehledu didaktických funkcí digitálních technologií a učebních objektů je patrná značná širší možností využití digitálních technologií ve výuce. Je třeba navíc zdůraznit **motivační funkci** samotných digitálních technologií – autoři různých studií (např. Simbartl, 2015; Zounek a Šedřová, 2009) se shodují, že při využití digitálních technologií ve výuce se zvyšuje pozornost žáků a jejich zájem o učení. Tuto skutečnost potvrzuje ze své pedagogické praxe i autor této diplomové práce.

3 Metodika

3.1 Vzdělávací obsah tematického celku

„Země jako vesmírné těleso“

Tematický celek „Země jako vesmírné těleso“ má v RVP G definován následující očekávaný výstup: *„žák porovná postavení Země ve vesmíru a podstatné vlastnosti Země s ostatními tělesy sluneční soustavy“* (RVP G, 2007, s. 34).

Prostředkem k dosažení tohoto výstupu by mělo být učivo (RVP G, 2007, s. 35):

- *„tvar a pohyby Země,*
- *důsledky pohybu Země pro život lidí a organismů,*
- *střídání dne a noci,*
- *střídání ročních období,*
- *časová pásma na Zemi,*
- *kalendář“*

Školní vzdělávací program si vytváří každá škola vlastní, nicméně musí být v souladu s RVP G. Tyto ŠVP jsou však konkrétnější a dávají tak lepší představu o učivu a očekávaných výstupech daného tematického celku.

Pro analýzu vzdělávacího obsahu v ŠVP bylo vybráno 14 gymnázií, z toho:

- **7 gymnázií bylo vybráno náhodným výběrem z databáze všech gymnázií uvedených v Rejstříku škol (MŠMT, 2017)** – byly vybrány všechny školy, jejichž název obsahuje slovo „gymnázium“, dále v aplikaci Microsoft Excel bylo každé škole přiřazeno náhodné číslo, podle tohoto náhodného čísla byly školy seřazeny a prvních 7 škol v tomto seznamu bylo vybráno:
 - Gymnázium Jana Palacha, Praha 1
 - Gymnázium Moravský Krumlov
 - 1st International School of Ostrava – mezinárodní gymnázium
 - Gymnázium, Dvůr Králové nad Labem
 - Gymnázium Brno, třída Kapitána Jaroše
 - Gymnázium Jana Keplera, Praha 6
 - Gymnázium a Obchodní akademie Pelhřimov

- **7 dalších gymnázií se nachází v relativní blízkosti bydliště autora této práce, pro případ osobní návštěvy za účelem konzultací vytvořené výukové aplikace:**

- Gymnázium Žďár nad Sázavou
- Gymnázium Vincence Makovského se sportovními třídami Nové Město na Moravě
- Gymnázium Velké Meziříčí
- Gymnázium Havlíčkův Brod
- Gymnázium K. V. Raise, Hlinsko
- Gymnázium Chotěboř
- Gymnázium Jihlava

Analýza vzdělávacího obsahu spočívá v prozkoumání jednotlivých ŠVP, roztrídění očekávaných výstupů a učiva do kategorií, které spolu samozřejmě různou mírou vzájemně souvisejí, a agregací obsahově stejných očekávaných výstupů a učiva (lišících se pouze formulací). Analýza vedla k vytvoření agregovaného ŠVP.

Dále bylo třeba vybrat dílčí témata, která jsou pro žáky obtížná na představivost nebo jsou příliš složitá při pouhém verbálním vysvětlení, k čemuž se váže i vyšší stupeň abstrakce. Taková témata jsou v běžných zeměpisných učebnicích doplněna statickým obrazovým materiálem, který plní interpretující funkci. Tematický celek „Země jako vesmírné těleso“ je zpracováván formou statického obrazového materiálu i ve školních zeměpisných atlasech, základní učební pomůcke při výuce zeměpisu, a opět zde plní také interpretující funkci.

Byla tedy provedena analýza dostupných učebnic zeměpisu pro gymnázia a školních zeměpisných atlasů, ve kterých se vyskytuje tematický celek „Země jako vesmírné těleso“. Pro zdůvodnění relevance analýzy učebnic lze uvést fakt, že výzkumy v Česku i v zahraničí prokazují, že učebnice jsou často hlavním zdrojem, který učitelé používají při plánování výuky (Průcha, 1997). Pro analýzu byly vybrány 4 v současné době užívané učebnice a 2 školní zeměpisné atlasy:

- Příroda a lidé Země (Bičík, Janský a kol., 2001)
- Zeměpis I. v kostce pro SŠ (Kašparovský, 2008)
- Geografie 1, Fyzickogeografická část (Demek, Voženílek a Vysoudil, 2012)
- Příprava na státní maturitu – Zeměpis (Karas a Hanák, 2013)

- Školní atlas světa (Kartografie Praha, 2004)
- Atlas dnešního světa (Hanus a Šídlo, 2011)

Analýza je zaměřena pouze na statický obrazový materiál vyskytující se ve vybraných publikacích, který plní interpretující funkci. Výstupem této analýzy je agregovaný seznam dílčích témat, která jsou v souboru vybraných publikací nejčastěji zobrazována.

Na základě výsledků analýzy ŠVP a analýzy vybraných publikací byl stanoven seznam témat pro zpracování ve výukové aplikaci. Pro každé téma byl stanoven cíl, který by měla naplnit výuka s využitím vytvořené aplikace. Cíle vycházejí z agregovaného ŠVP (výsledku analýzy vzdělávacího obsahu) – jsou jeho výběrem.

3.2 Tvorba výukové aplikace

S ohledem na definovaný cíl této práce a na publikované výsledky v literatuře (Simbartl, 2015) byla stanovena forma výukové aplikace jako soubor jednotlivých učebních objektů zaměřených na jednotlivá vybraná dílčí témata. Učitel bude moci zařadit jednotlivé učební objekty do výuky v libovolném pořadí, případně některé vynechat – nebude určeno pevné pořadí učebních objektů. Výuková aplikace nemá formu kompletního digitálního učebního materiálu (jako je např. interaktivní učebnice), je třeba ji chápat jako doplněk k výuce – neobsahuje učební texty a další materiály, které jsou součástí dostupných učebnic a školních atlasů.

Metodika tvorby aplikace byla, s ohledem na cíl práce, navržena tak, aby aplikace byla spustitelná na digitálních zařízeních bez ohledu na typ operačního systému. Bylo by velmi náročné vytvářet výukovou aplikaci jako nativní aplikaci pro jednotlivé operační systémy – daleko vhodnější volbou je využití moderních webových technologií. Aplikace má tedy charakter webové aplikace, která je spustitelná z libovolného webového prohlížeče splňující standardy HTML 5 včetně podpory WebGL, bez ohledu na zařízení a typ operačního systému. Výhodou webové aplikace je absence instalace – ve školním prostředí se tak učitel nemusí zabývat instalací výukové aplikace, stačí ji spustit ve webovém prohlížeči.

Pro tvorbu výukové aplikace byla využita technologie HTML 5 a související technologie JavaScript, CSS, PHP, SQL. Tyto webové technologie umožňují ve spojení s dalšími externími knihovnami tvorbu interaktivních aplikací včetně interaktivních trojrozměrných animací, čehož bylo využito při zpracování některých dílčích témat.

Výběr technologií byl proveden s ohledem na dostupnou literaturu (Bořánek, 2015) a praxi autora této práce – autor pracoval s těmito webovými technologiemi mimo jiné ve své bakalářské práci zaměřené na tvorbu webové mapové aplikace (Černík, 2014), kde je taktéž popisuje.

Tam, kde to bylo účelné, byly v aplikaci využity již hotové a veřejně přístupné interaktivní materiály (učební objekty) – bylo na ně odkázáno hypertextovým odkazem.

Pro převzaté i nově vytvořené učební objekty byl s využitím publikací od Kleczka (2002) a Křížka (2017) vytvořen teoretický úvod do problematiky. Dále byly pro každý učební objekt vytvořeny metodické otázky a úkoly do výuky včetně modelového řešení. Otázky a úkoly byly navrženy na základě definovaných cílů stanovených témat k řešení.

Výsledky jsou v textu této práce strukturovány po jednotlivých učebních objektech s tím, že u každého učebního objektu je využita následující struktura:

- **Teoretický úvod**
- **Popis a ovládání** – popis vytvořeného učebního objektu a jeho ovládání, včetně popisu zjednodušení reality (daný obsah není možné znázornit zcela podle skutečnosti, realita musí být zjednodušena – bez vlivu na zobrazovaný obsah)
- **Softwarové řešení** – popis technického vyřešení učebního objektu, popis vyřešení vybraných problémů (stěžejních částí učebního objektu)
- **Otázky a úkoly**

Po zpracování jednotlivých učebních objektů byl vytvořen také rozcestník (webová stránka), jehož cílem je umožňovat spuštění jednotlivých učebních objektů. Celá výuková aplikace bude umístěna na internet tak, aby byla snadno dostupná učitelům, žákům i veřejnosti.

4 Výsledky

4.1 Vzdělávací obsah tematického celku

„Země jako vesmírné těleso“

Bylo zjištěno, že tematický celek „Země jako vesmírné těleso“ je ve ŠVP všech vybraných gymnázií obsažen v rámci předmětu zeměpis. Některá gymnázia jej vyučují i v rámci volitelných nebo povinně volitelných seminářů. V průběhu analýzy se potvrdilo očekávání, že definovaný vzdělávací obsah, tedy výstupy a učivo, daného tematického celku se v jednotlivých ŠVP příliš neliší, a proto mohl být snadno agregován do společného ŠVP. Tento společný agregovaný ŠVP (tab. 11), uvádí kompletní sadu očekávaných výstupů a učiva, se kterými se žáci českých gymnázií mohou setkat z pohledu ŠVP.⁵

Na základě analýzy vybraných učebnic a školních atlasů (příloha 2) lze konstatovat, že nejčastěji zobrazovanými tématy (vyskytovaly se ve všech vybraných publikacích) jsou **slapové jevy a oběh Země kolem Slunce** (do tohoto tématu je zařazen i obrazový materiál objasňující střídání ročních období). Velmi často je také zobrazována **sluneční soustava** (dráhy planet, vzdálenosti a rozměry), **zatmění Slunce a Měsíce** (schéma – mechanismus vzniku zatmění), dále **fáze Měsíce**, **časová pásma** (mapa časových pásem), **rotace Země** (střídání dne a noci, Coriolisova síla) a **tvár Země** (geoid).

⁵ Vzdělávací obsah seminářů je podmnožinou vzdělávacího obsahu předmětu zeměpis, a proto se existence těchto seminářů ve výsledcích neprojevuje. Některé ŠVP do tematického celku „Země jako vesmírné těleso“ řadí i témata týkající se DPZ a GPS. Vzhledem k tomu, že většina analyzovaných ŠVP tato témata k zájmovému tematickému celku neřadí, a i významově se jedná o témata odlišná, bylo rozhodnuto je z analýzy vyloučit.

Tab. 11: Agregovaný ŠVP tematického celku „Země jako vesmírné těleso“

<i>Učivo</i>	<i>Výstupy – žák:</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Vývoj poznatků o Zemi • Historie objevování světadílů 	<ul style="list-style-type: none"> • Popíše vývoj názorů na postavení Země ve vesmíru a její tvar v kontextu historie. • Porovná geocentrický a heliocentrický názor.
<ul style="list-style-type: none"> • Vesmír a jeho vznik • Slunce a sluneční soustava • Postavení Země ve vesmíru 	<ul style="list-style-type: none"> • Charakterizuje pojmy vesmír, galaxie, sluneční soustava, planety, planetky, komety, Země a Měsíc a uvede i hlavní teorie popisující jejich vznik; používá s porozuměním základní astronomické pojmy. • Určí polohu a vzájemné postavení Země, Slunce, Měsíce a planet sluneční soustavy, má představu o odlišnostech a spojitostech objektů • Vyvozuje důsledky Keplerových zákonů na pohyb planet. • Orientuje se v tematických mapách, grafech, diagramech, statistických materiálech, vyhledává a třídí informace o vesmírných objektech.
<ul style="list-style-type: none"> • Tvar a velikost Země • Zeměpisné souřadnice 	<ul style="list-style-type: none"> • Určí a popíše tvar Země; definuje pojem geoid a elipsoid • Vymezí velikost Země; zná hlavní údaje popisující rozměry Země, stejně jako sklon zemské osy. • Určí polohu místa na Zemi zeměpisnými souřadnicemi.
<ul style="list-style-type: none"> • Oběh Země kolem Slunce • Důsledky oběhu, střídání ročních období 	<ul style="list-style-type: none"> • Objasní pojem oběh Země kolem Slunce; vysvětlí pojmy přísluní, odsluní, rovnodennost, slunovrat; určí délku oběhu Země kolem Slunce. • Chápe příčiny střídání ročních období, zdůvodní je.
<ul style="list-style-type: none"> • Rotace Země kolem osy • Důsledky rotace, střídání dne a noci • Měření času, časová pásma na Zemi, datová hranice • Coriolisova síla a její důsledky • Precese a nutace 	<ul style="list-style-type: none"> • Objasní pojem rotace Země; určí délku jednoho otočení Země kolem osy. • Vysvětlí příčiny střídání dne a noci na Zemi. • Objasní délku dne a noci v průběhu roku v závislosti na zeměpisné šířce, vysvětlí pojmy polární den a noc. • Objasní podstatu časových pásem a datové hranice; vypočítá základní příklady týkající se času a data na různých místech světa. • Používá s porozuměním pojmy vztahující se k času a časovým pásmům (pásmový čas, časová pásma, světový čas, místní čas, letní čas, datová hranice). • Objasní Coriolisovu sílu a její důsledky. • Objasní pojmy precese a nutace.
<ul style="list-style-type: none"> • Kalendář 	<ul style="list-style-type: none"> • Popíše vývoj kalendáře a jeho využití. • Vysvětlí rozdíly mezi juliánským a gregoriánským kalendářem.
<ul style="list-style-type: none"> • Měsíc • Slapové jevy • Zatmění Slunce a Měsíce 	<ul style="list-style-type: none"> • Určí základní údaje o Měsíci v kontextu vztahu k Zemi, popíše polohu, povrch a pohyb Měsíce, pojmenuje měsíční fáze. • Objasní slapové jevy na zemském povrchu, definuje příčiny, vysvětlí pojem dmutí. • Popíše, jak dochází k zatmění Slunce a Měsíce.

Stanovená dílčí témata pro zpracování ve výukové aplikaci včetně cíle jsou následující:

- **Sluneční soustava**
Cíl: žák vysvětlí závislost oběžné doby planety na vzdálenosti od Slunce.
- **Vzdálenosti planet od Slunce a rozměry planet**
Cíl: žák popíše vzájemné postavení Slunce a planet sluneční soustavy včetně jejich rozměrů.
- **Tvar Země**
Cíl: žák popíše tvar Země a definuje pojem geoid; žák ze 3D modelu geoidu odečte hodnotu výškového rozdílu povrchu geoidu od povrchu stanoveného elipsoidu.
- **Oběh Země kolem Slunce**
Cíl: žák popíše oběh Země kolem Slunce, vysvětlí pojmy přísluní, odsluní a určí délku oběhu Země kolem Slunce.
- **Roční období**
Cíl: žák zdůvodní příčiny střídání ročních období, uvede sklon zemské osy a vysvětlí pojmy rovnodennost a slunovrat.
- **Sluneční čas**
Cíl: žák objasní rotaci Země a z toho plynoucí důsledky (střídání dne a noci), v souvislosti s oběhem Země kolem Slunce žák objasní měnící se délku dne a noci a vysvětlí pojmy polární den a noc.
- **Pásmový čas**
Cíl: žák objasní podstatu časových pásem a datové hranice, spočítá základní příklady týkající se času a data na různých místech světa.
- **Měsíční fáze**
Cíl: žák pojmenuje jednotlivé měsíční fáze a vysvětlí, jak měsíční fáze vznikají.
- **Zatmění Slunce a Měsíce**
Cíl: žák popíše, jak dochází k zatmění Slunce a Měsíce, vysvětlí souvislost s fázemi Měsíce (když nastane zatmění Slunce nebo Měsíce, v jaké fázi se nachází Měsíc) a vysvětlí proč zatmění nenastává při každém úplňku nebo novu.
- **Budoucí zatmění Slunce a Měsíce**
Cíl: žák vyhledá příští zatmění Slunce a Měsíce, určí oblast vhodnou pro pozorování.

- **Oběh kolem barycentra**

Cíl: žák charakterizuje pohyb Země kolem barycentra a porovná velikost a směr odstředivé síly, která vzniká v důsledku pohybu Země kolem barycentra, na různých místech na Zemi.

- **Slapové jevy**

Cíl: žák určí místa na Zemi s největším přílivem a největším odlivem.

4.2 Učební objekt „Sluneční soustava“

Teoretický úvod

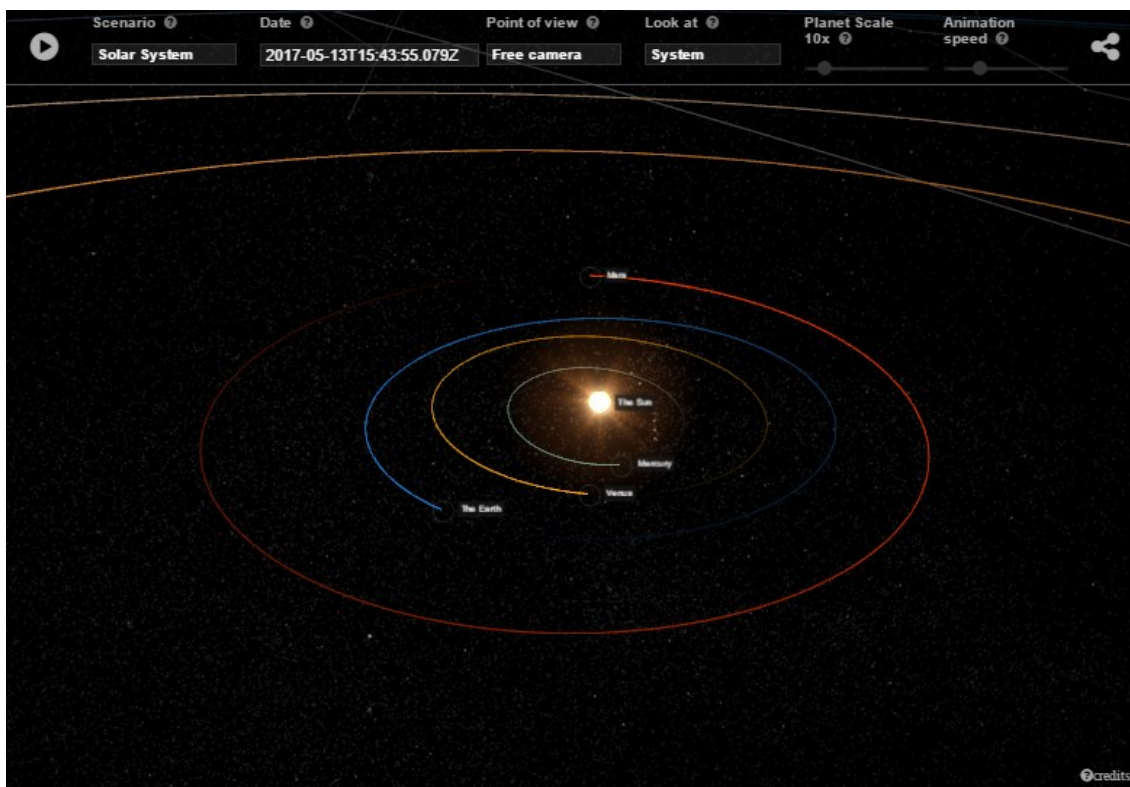
Sluneční soustava se skládá ze Slunce, těles obíhajících kolem Slunce a prostředí, ve kterém se tento pohyb uskutečňuje.

Podle 1. Keplerova zákona planety obíhají kolem Slunce po eliptických drahách, Slunce je v jejich společném ohnisku. Podle 2. Keplerova zákona je obsah ploch opsaných spojnicí planety se Sluncem za stejnou dobu stejný – oběžná rychlost planety kolem Slunce se tedy mění nepřímo úměrně ke vzdálenosti od Slunce. Podle 3. Keplerova zákona jsou druhé mocniny oběžných dob planet ve stejném poměru jako třetí mocniny jejich středních vzdáleností od Slunce (Kleczek, 2002).

Planety se otáčejí kolem svých os a působí na ně gravitační silou další tělesa, např. Měsíc na Zemi, což činí jejich reálný pohyb poměrně složitým.

Popis a ovládání

Učební objekt „Sluneční soustava“ (obr. 9) představuje simulaci sluneční soustavy v trojrozměrném prostředí. Umožňuje animaci pohybu planet sluneční soustavy, lze interaktivně měnit pohled (ať už myší, nebo nastavením konkrétních bodů, např. ze Země je pozorováno Slunce), nastavovat rychlost animace apod. Je zde možné zobrazit kromě sluneční soustavy i další scénáře, např. dráhu letu Apollo 8. Simulace pohybu planet je vztažena k času, lze tak nastavit konkrétní datum a čas. Učební objekt je v anglickém jazyce.



Obr. 9: Učební objekt „Sluneční soustava“ (Vézina, 2017)

Softwarové řešení

Popsaný učební objekt, vytvořený pomocí vhodných webových technologií, již existuje a je dostupný na internetu (Vézina, 2017) – ve výsledné aplikaci na něj tedy bylo odkázáno hypertextovým odkazem.

Otázky a úkoly

1. Pozorujte model sluneční soustavy. Kolikrát Merkur oběhne Slunce za jeden pozemský rok?
2. Vyjmenujte všechny planety, které oběhnou Slunce rychleji než Země.
Vyjmenujte všechny planety, které Slunce oběhnou za delší čas než Země.
3. Která planeta má nejkratší oběžnou dobu a která nejdelší? Vyvoďte, co platí o oběžných dobách planet vzhledem ke vzdálenostem od Slunce.

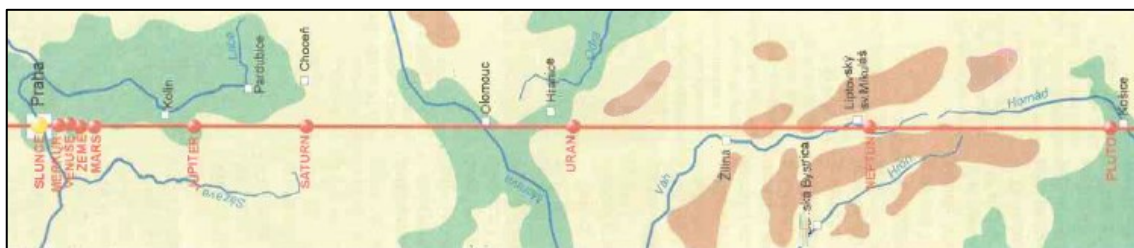
Modelové řešení:

1. Merkur oběhne Slunce během pozemského roku 4krát, a ještě stihne začít další oběh.
2. Merkur a Venuše mají oběžnou dobu kolem Slunce kratší než Země. Mars, Jupiter, Saturn, Uran a Neptun oběhnou Slunce za delší čas než Země.
3. Nejkratší oběžnou dobu má Merkur a nejdelší Neptun. Oběžná doba planet se prodlužuje s rostoucí vzdáleností od Slunce – 3. Keplerův zákon.

4.3 Učební objekt „Vzdálenosti a rozměry“

Teoretický úvod

Střední vzdálenost Země od Slunce je 149,6 mil. km, střední vzdálenost Neptunu od Slunce je téměř 4 500 mil. km. Přitom průměr Země je jen necelých 13 000 km (Kartografie Praha, 2004). Obrovské střední vzdálenosti planet od Slunce a vůči nim malé rozměry těles sluneční soustavy jsou pro žáky velmi těžko představitelné. Pro názornější výuku se využívá převedení vzdáleností do známého, pro žáka blízkého, prostředí (např. na mapu – obr. 10).

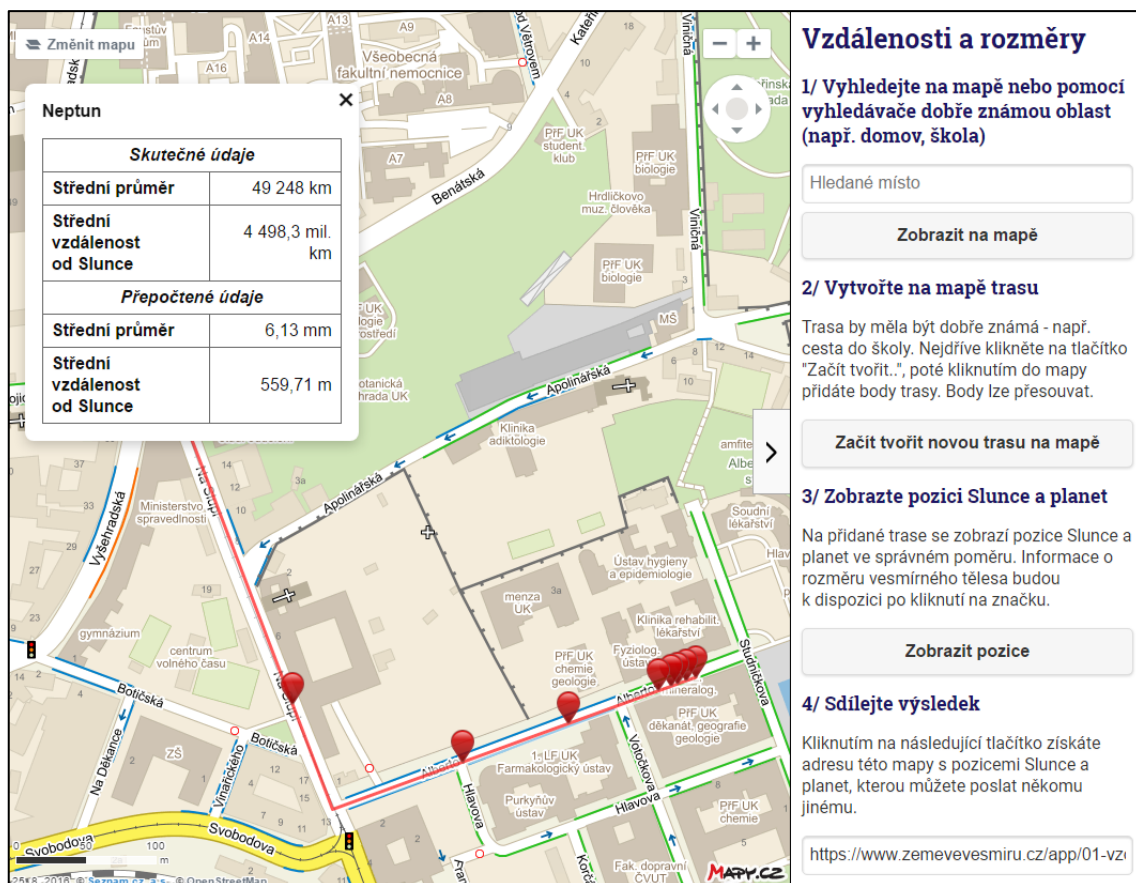


Obr. 10: Střední vzdálenosti planet od Slunce převedené na mapu (dle Bičíka, Janského a kol., 2001)

Popis a ovládání

Učební objekt „Vzdálenosti a rozměry“ je založen na interaktivní webové mapě, kde lze na vybrané trase (lomené křivce) poměrově demonstrovat vzdálenosti mezi planetami. Uživatel zde vyznačí dobře známou trasu (lomenou křivku), na které se následně zobrazí přepočítané pozice planet – Slunce je výchozím bodem trasy a nejvzdálenější planeta sluneční soustavy, Neptun, je koncovým bodem trasy. Po kliknutí na označenou pozici Slunce a planet se zobrazí informace o skutečné a přepočtené střední vzdálenosti od Slunce a také o skutečném a přepočteném rozměru. Takto vytvořenou mapu (obr. 11) lze následně pomocí vygenerované krátké adresy (hypertextového odkazu) sdílet nebo si ji uložit.

Učební objekt se zde dopouští mírné nepřesnosti z důvodu zjednodušení – vzdálenost získaná přes API Mapy.cz je délka ortodromy, ortodroma by se na mapě díky kartografickému zobrazení zobrazila jako oblouk, přitom trasa se zde zobrazuje jako přímka. Při kratších vzdálenostech (např. cesta z domu do školy) je ale tato nepřesnost zcela zanedbatelná.



Obr. 11: Učební objekt „Vzdálenosti a rozměry“ – pozice Slunce a planet převedené na trasu z budovy Albertov 6 na studijní oddělení PřF UK

Softwarové řešení

Učební objekt byl vytvořen za pomoci stanovených webových technologií, mapová část využívá API Mapy.cz. Po stisknutí tlačítka „Začít tvořit novou trasu na mapě“ učební objekt zaznamenává souřadnice bodů, na které uživatel klikne (souřadnice ukládá do pole), a zároveň určenou trasu zobrazuje na mapě. Po stisknutí tlačítka „Zobrazit pozice“ se na vytyčené trasu zobrazí pozice Slunce a planet. Před výpočtem souřadnic pozic jednotlivých objektů je díky API Mapy.cz získána celková vzdálenost trasy a s ohledem na tento údaj jsou přepočítány střední vzdálenosti od Slunce a rozměry objektů tak, aby všechny údaje byly navzájem v měřítku. Zdrojem číselných údajů o planetách je Školní atlas světa (Kartografie Praha, 2004).

Stěžejní částí učebního objektu je výpočet konkrétních souřadnic pozic jednotlivých planet. Slunce je umístěné ve výchozím bodě trasy, Neptun v koncovém bodě trasy. Funkce zjišťující souřadnice pozice dalších planet na mapě je volána pro každou planetu zvlášť, jejím parametrem je přepočítaná střední vzdálenost od Slunce. Tato funkce prochází trasu od počátku (iteruje určené body trasy) a v případě, že přesáhne zadanou

střední vzdálenost planety od Slunce, určí souřadnice pozice dané planety podle předchozího bodu trasy s využitím interpolace (tab. 12).

Kompletní zdrojové kódy tohoto učebního objektu jsou součástí přílohy 1, ve složce app/01-vzdalenosti.

Tab. 12: Výpočet souřadnice pozice daného objektu na mapě

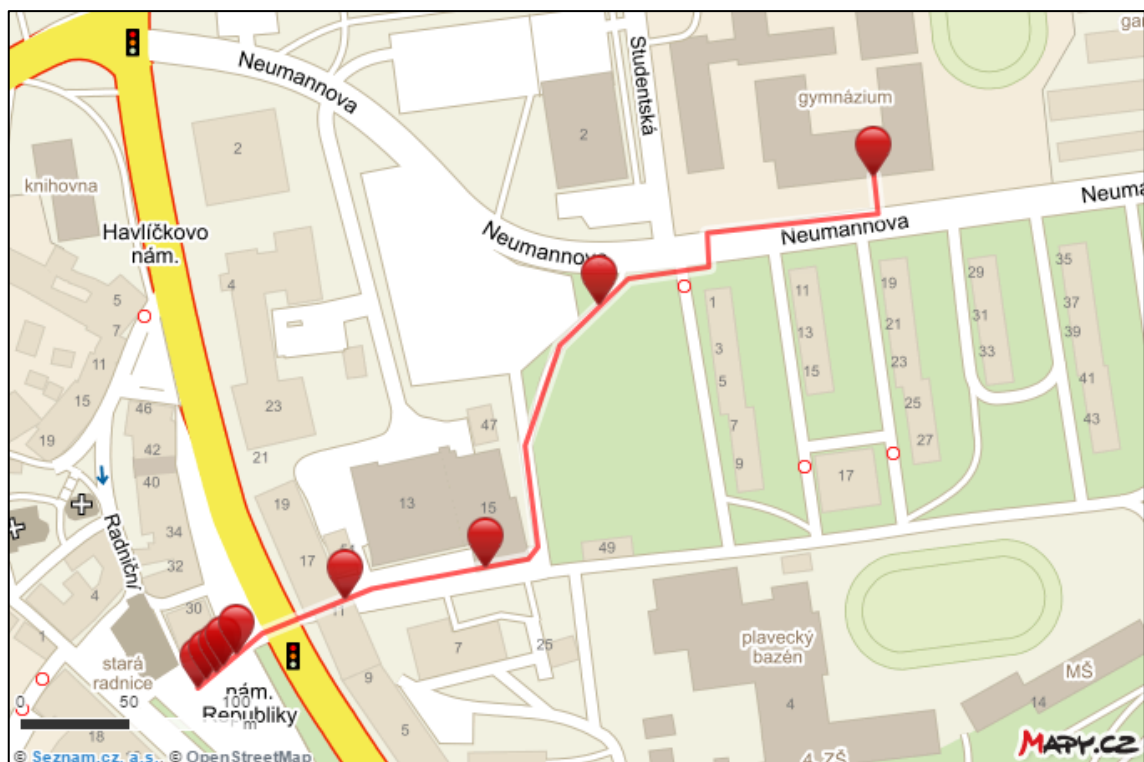
```
// Poměr, ze kterého se dopočítají souřadnice
var ratio =
    dist_object_from_prev/coords.distance(coords_prev);
// Výpočet souřadnic
var x =(coords.toWGS84()[0]-
    coords_prev.toWGS84()[0])*ratio+coords_prev.toWGS84()[0];
var y=(coords.toWGS84()[1]-
    coords_prev.toWGS84()[1])*ratio+coords_prev.toWGS84()[1];
```

Otázky a úkoly

1. Zaznačte do mapy dobře známou trasu (např. cestu z domu do školy). Zkuste odhadnout pozice planet, pokud Slunce umístíte do počátku trasy a Neptun do cíle trasy. Zobrazte pozice Slunce a planet na mapě.
2. Vypište si důležité údaje o pozicích a, v poměru přepočítaných, vzájemných vzdálenostech a rozměrech objektů (Slunce a planet). Při příští cestě po zadané trase se na těchto místech zastavte a představte si nebo znázorněte zjištěný, v poměru přepočítaný, rozměr objektu.
3. Pro vytvořenou mapu získejte adresu, kterou si můžete uložit nebo sdílet.

Modelové řešení

1. Pro modelové řešení úkolu byla vybrána trasa z náměstí Republiky ve Žďáře nad Sázavou k místnímu gymnáziu a poté byly zobrazeny pozice Slunce a planet (obr. 12). Slunce a planety Merkur, Venuše, Země a Mars jsou zobrazeny ještě na náměstí ve vzájemné blízkosti, vzdálenosti k následujícím planetám jsou již daleko větší.
2. Pro všechny planety a Slunce byly vypsány reálné i přepočtené rozměry a vzdálenosti od Slunce při zvolené trase (tab. 24).
3. Učební objekt vygeneroval adresu:
<https://www.zemevevesmiru.cz/app/01-vzdalenosti/m-ZI1J5M3la2>



Obr. 12: Učební objekt „Vzdálenosti a rozměry“ – modelové řešení úkolu č. 1

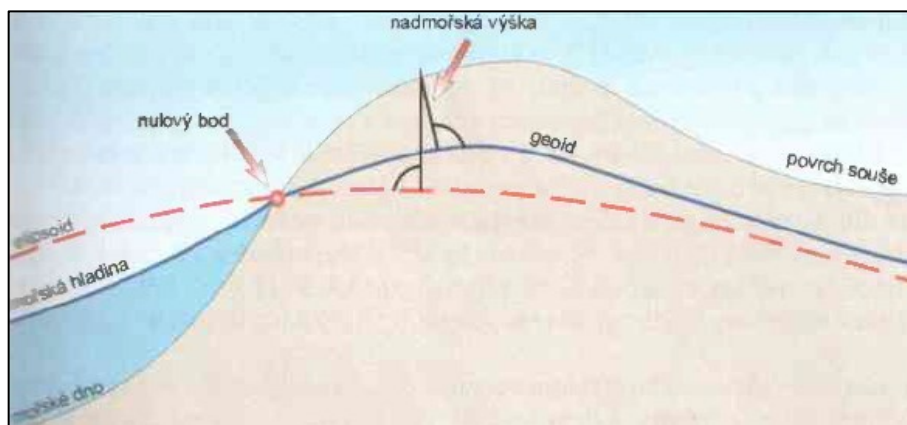
Tab. 13: Skutečné a přepočtené údaje Slunce a planet sluneční soustavy při zvolené trase

Objekt	Skutečné údaje		Přepočtené údaje	
	Střední průměr	Střední vzdálenost od Slunce	Střední průměr	Střední vzdálenost od Slunce
Slunce	1 392 000 km	-	144,21 mm	-
Merkur	4 880 km	57,9 mil. km	0,51 mm	6 m
Venuše	12 104 km	108,2 mil. km	12 104 km	11,21 m
Země	12 742 km	149,6 mil. km	1,32 mm	15,5 m
Mars	6 780 km	227,9 mil. km	0,7 mm	23,61 m
Jupiter	139 822 km	778,4 mil. km	14,49 mm	80,64 m
Saturn	116 464 km	1 426,7 mil. km	12,07 mm	147,81 m
Uran	50 724 km	2 871,0 mil. km	5,26 mm	297,44 m
Neptun	49 248 km	4 498,3 mil. km	5,1 mm	466,03 m

4.4 Učební objekt „Tvar Země – geoid“

Teoretický úvod

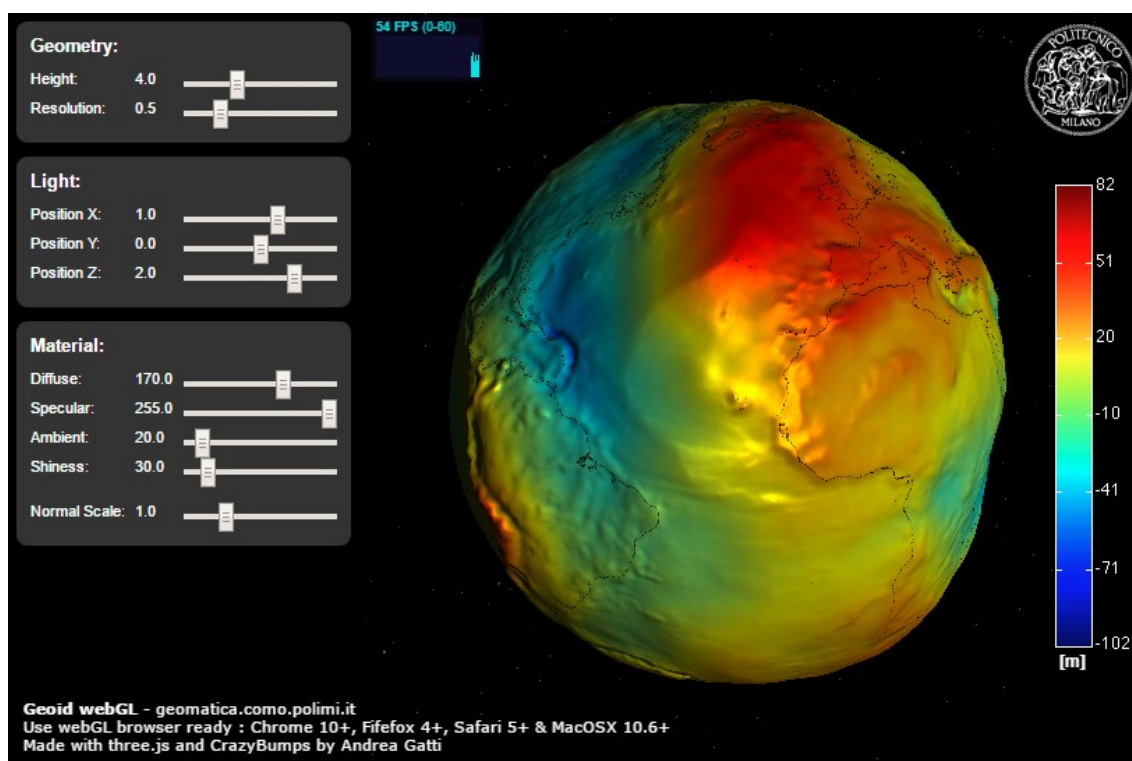
Země má velmi složitý tvar, částečně jej lze popsat tělesem, které se nazývá geoid. Geoid je nepravidelné těleso, které se málo liší od elipsoidu a jehož povrch je ve všech bodech kolmý k tížnicím (Kleczek, 2002; obr. 13). Elipsoidů je definováno více – asi nejznámějším je WGS-84, který se používá např. při satelitní navigaci GPS.



Obr. 13: Srovnání průběhu geoidu a elipsoidu (dle Bičíka, Janského a kol., 2001)

Popis a ovládání

Učební objekt „Tvar Země – geoid“ (obr. 14) umožňuje uživateli názornou představu pojmu geoid, přičemž je zde kvůli větší názornosti zvětšena vizuální deformace jeho povrchu. Uživatel může pomocí myši interaktivně měnit pohled a mnoho parametrů, např. míru zmíněné vizuální deformace povrchu. Po spuštění učebního objektu je automaticky spuštěna animace (rotace geoidu), tuto animaci lze pozastavit a opětovně spustit dvojklikem myši. Barevná legenda umožňuje odečtení rozdílových hodnot výškových metrů povrchu geoidu oproti povrchu elipsoidu WGS-84.



Obr. 14: Učební objekt „Tvar Země – geoid“ (Gatti, 2017)

Softwarové řešení

Popsaný učební objekt, vytvořený pomocí vhodných webových technologií, již existuje a je dostupný na internetu (Gatti, 2017) – ve výsledné aplikaci na něj tedy bylo odkázáno hypertextovým odkazem.

Otázky a úkoly

1. Z modelu odečtete o kolik výškových metrů se orientačně liší povrch geoidu od povrchu elipsoidu WGS-84 v Česku.
2. Popište tvar Země a vysvětlete s využitím učebního objektu pojem geoid.

Modelové řešení:

1. V Česku se povrch geoidu pohybuje okolo 30 metrů nad povrchem elipsoidu WGS-84.
2. Země má velmi složitý tvar, při značném zjednodušení jej lze připodobnit ke kouli zploštělé na pólech – k elipsoidu. Složitý tvar Země lze částečně popsat také tělesem nesoucí název geoid. Geoid je nepravidelné těleso, které se málo liší od elipsoidu a jehož povrch je ve všech bodech kolmý k tížnicím.

4.5 Učební objekt „Oběžná dráha Země“

Teoretický úvod

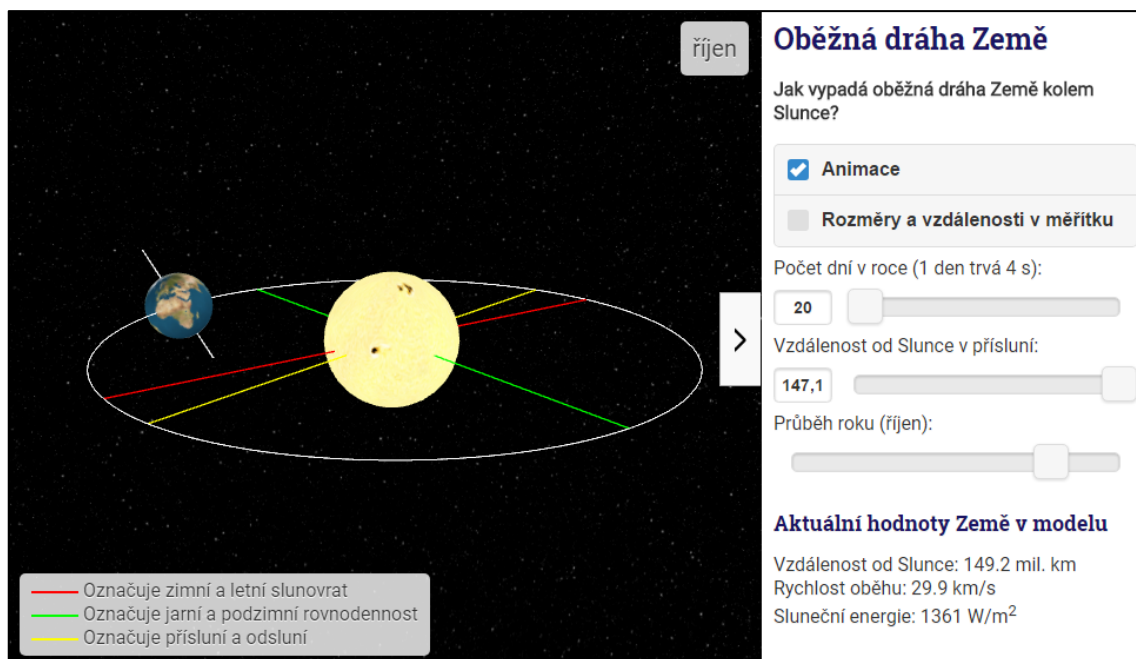
Země obíhá kolem Slunce, podobně jako všechny planety, po eliptické dráze a Slunce je v jejím ohnisku. Jeden oběh o 360° trvá cca 365,25 dne. Výstřednost elipsy je velmi malá – vzdálenost od Slunce v přísluní se udává 147,1 mil. km a v odsluní 152,1 mil. km (Kartografie Praha, 2004). Eliptická dráha je tedy vizuálně podobná kružnici a někdy tak bývá znázorňována kvůli zjednodušení. Podle druhého Keplerova zákona se Země v přísluní pohybuje rychleji než v odsluní.

Množství sluneční energie, která dopadá na plochu 1 m^2 kolmou ke slunečním paprskům ve střední vzdálenosti Země od Slunce se nazývá solární konstanta a má hodnotu $1\,353 \text{ W/m}^2$. V důsledku měnící se vzdálenosti Země od Slunce v průběhu roku se toto množství sluneční energie v průběhu roku mírně mění – s druhou mocninou vzdálenosti od Slunce hodnota úměrně klesá (Kleczek, 2002). Nejvíce sluneční energie tedy na Zemi dopadá začátkem ledna (přísluní), nejméně začátkem července (odsluní).

Popis a ovládání

Učební objekt „Oběžná dráha Země“ (obr. 15) je interaktivní trojrozměrnou animací, která představuje oběh Země kolem Slunce. Interaktivita spočívá v možnosti ovládání učebního objektu (pozastavení animace, úprava pohledu – pohyb v prostoru a nastavení měřítka zobrazení) a nastavování parametrů (excentricita, počet dnů v roce). Animace je zrychlená (1 pozemský den trvá reálné 4 sekundy) a zobrazené objekty nejsou v měřítku (kvůli názornosti jsou objekty zvětšené, přičemž Země je zvětšená více, než Slunce). Učební objekt umožňuje i nastavení velikostí Slunce a Země do správného měřítka. Země se pak zobrazuje jako miniaturní tečka, přičemž je označena šipkou a je možné k ní přiblížit pohled. Pro orientaci v průběhu roku je zobrazován také aktuální kalendářní měsíc a je možné aktuální pozici Země v průběhu roku přenastavit.

Automaticky je průběžně vyhodnocována a zobrazována vzdálenost od Slunce, rychlost oběhu a sluneční energie dopadající na plochu 1 m^2 kolmou ke slunečním paprskům v dané vzdálenosti Země od Slunce.

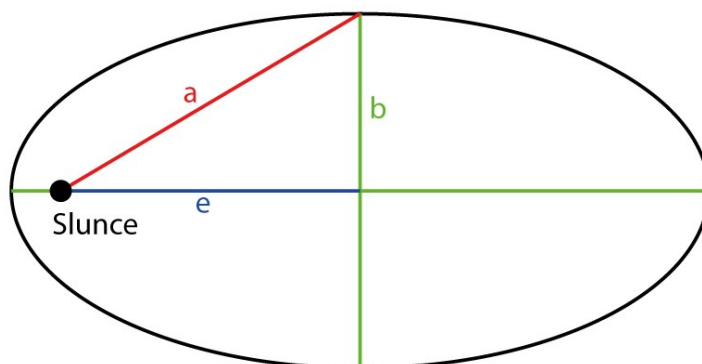


Obr. 15: Učební objekt „Oběžná dráha Země“

Softwarové řešení

Stěžejní částí tohoto učebního objektu je zobrazení eliptické dráhy Země v závislosti na nastavené vzdálenosti od Slunce v přísluní a také určení aktuální pozici Země na oběžné dráze v průběhu roku s ohledem na Keplerovy zákony.

Pro vykreslení elipsy je nutné určit její poloosy – právě pomocí parametrické vzdálenosti Země od Slunce v přísluní. Předpokladem pro řešení je, že délka hlavní poloosy se nemění – mění se pouze délka vedlejší poloosy v závislosti na pozici ohniska (pozice Slunce). Délka hlavní poloosy se počítá aritmetickým průměrem ze vzdáleností Země od Slunce v přísluní a v odsluní (149,6 mil. km). Z nákresu (obr. 16) lze snadno vypočítat délku kratší poloosy (tab. 14).



Obr. 16: Nákres eliptické oběžné dráhy kolem Slunce

Tab. 14: Výpočet vedlejší poloosy

```
// Proměnná val obsahuje vzdálenost Země od Slunce v přísluní  
var a = 149.6;  
var e = a - val;  
var b = Math.sqrt(a * a - e * e);
```

Pozici Země na eliptické dráze v závislosti na čase umožňuje vypočítat Keplerova rovnice. Keplerova rovnice je transcendentní rovnice, nelze ji tedy řešit analyticky. Pro její řešení je nutné použít numerické metody – např. iterační metodu (Pokorný, 1988). Cílem je tedy získat excentrickou anomálii (proměnná *anom*), pro účely učebního objektu dostačují tři iterace (tab. 15). Ze získané excentrické anomálie lze pak snadno určit aktuální polohu Země v prostoru (tab. 16).

Kompletní zdrojové kódy tohoto učebního objektu jsou součástí přílohy 1, ve složce app/02-obeh-zeme.

Tab. 15: Řešení Keplerovy rovnice (dle Pokorného, 1988)

```
// Numerická excentricita  
var nex = e/a;  
  
// Řešení Keplerovy rovnice - 3 iterace  
var anom = position + nex * Math.sin(position);  
anom = position + nex * Math.sin(anom);  
anom = position + nex * Math.sin(anom);
```

Tab. 16: Výpočet polohy Země podle excentrické anomálie

```
earth.position.x = a * Math.cos(anom);  
earth.position.z = -b * Math.sin(anom);
```

Otázky a úkoly

1. Pozorujte animaci oběhu Země kolem Slunce s výchozí nastavenou vzdáleností od Slunce v přísluní odpovídající realitě. Jaká je vzdálenost Země od Slunce v odsluní?
2. Jaké rychlosti dosahuje Země v přísluní a jakou v odsluní?
3. Jak se v průběhu roku mění sluneční energie dopadající na plochu 1 m² kolmou ke slunečním paprskům? Jaká je souvislost s ročními obdobími?
4. Popište tvar dráhy oběhu Země kolem Slunce. Poté přenastavte vzdálenost Země od Slunce v přísluní (nastavte menší hodnotu). Jak se změní tvar dráhy? A jaký

vliv to má na rychlost oběhu a sluneční energii v průběhu roku? Diskutujte, jaké by to mohlo mít důsledky pro život na Zemi.

Modelové řešení:

1. V odsluní je vzdálenost Země od Slunce 152,1 mil. km.
2. Rychlost oběhu v přísluní je okolo 30,3 km/s, v odsluní je rychlost nižší: 29,3 km/s
3. V odsluní je množství sluneční energie nižší než v přísluní, vliv na roční období to ale nemá – největšího množství sluneční energie je dosaženo začátkem ledna, kdy na severní polokouli je zima.
4. Oběžná dráha Země (při správně udané vzdálenosti v přísluní) je elipsa, ale díky malé excentricitě se vizuálně podobá kružnici. Pokud se přenastaví vzdálenost v přísluní na nižší hodnotu, lze pozorovat eliptickou dráhu (důsledek prvního Keplerova zákona) s tím, že v přísluní je rychlost Země daleko vyšší (důsledek druhého Keplerova zákona) a v přísluní se také zvýší množství sluneční energie. V důsledku těchto změn by většinu roku Země chladla (nižší rychlost a intenzita záření v odsluní), jednou za rok by byla krátce silně zahřáta.

4.6 Učební objekt „Roční období“

Teoretický úvod

Roční období, tak jak je známe, jsou primárně způsobena sklonem zemské osy. Sклон zemské osy se určuje jako úhel, který svírá zemská osa s normálou roviny ekliptiky, a je cca 23,5° (Křížek, 2017). Díky oběhu Země kolem Slunce se sklon osy vůči spojnici Země-Slunce mění, z čehož plyne rozdílná intenzita slunečního záření dopadajícího na zemský povrch na konkrétním místě na povrchu Země v průběhu roku. V případě, že paprsky dopadají pod úhlem 90°, je intenzita dopadajícího záření 100 %, v případě, že paprsky dopadají pod úhlem 0°, je intenzita 0 % (mezihodnoty se určují pomocí příslušných goniometrických funkcí). V průběhu roku se mění místo na Zemi (zeměpisná šířka), kam paprsky dopadají kolmo – během rovnodenností je to rovník, při letním slunovratu obratník Raka, při zimním slunovratu obratník Kozoroha. Na severní polární kruh dopadají při zimním slunovratu sluneční paprsky pod nulovým úhlem, na jižní polární kruh dopadají pod nulovým úhlem při letním slunovratu.

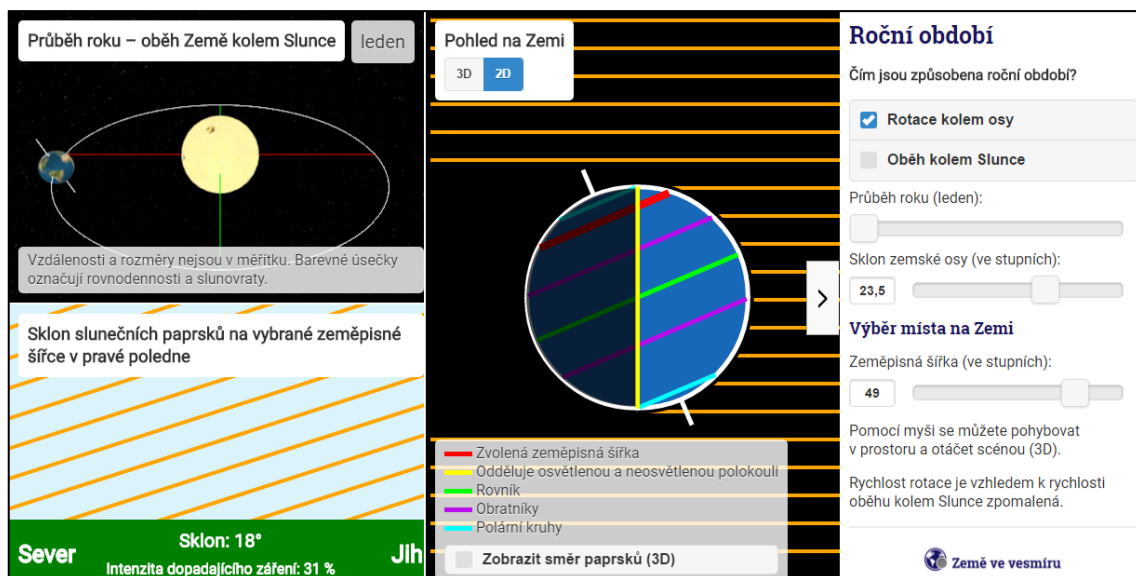
Pokud by zemská osa byla kolmá na rovinu ekliptiky, nenastávala by roční období tak, jak je známe – polární kruhy by neexistovaly (sluneční paprsky by v průběhu celého roku dopadaly pod nulovým úhlem na póly) a obratníky by také neexistovaly (sluneční paprsky by v průběhu celého roku dopadaly kolmo na rovník).

Popis a ovládání

Učební objekt „Roční období“ (obr. 17) představuje příčiny střídání ročních období. Umožňuje spouštění a pozastavování animací (oběh Země kolem Slunce, rotace Země kolem své osy), nastavování aktuální pozice v průběhu roku, nastavování sklonu zemské osy a výběr místa na Zemi (zeměpisná šířka). Objekt obsahuje více oken:

- **okno znázorňující oběh Země kolem Slunce** – ve trojrozměrné interaktivní animaci prezentuje aktuální pozici Země v průběhu roku; pro orientaci v čase zobrazuje aktuální kalendářní měsíc; zobrazuje dráhu Země a označuje místa, kdy nastávají slunovraty a rovníkové dny; je možné pomocí myši upravovat pohled; rozměry Země a Slunce nejsou v měřítku;
- **okno znázorňující dopadající sluneční paprsky na vybrané zeměpisné šířce v pravé poledne** – dvojrozměrná animace názorně i číselně ukazuje sklon dopadajících slunečních paprsků, vypočítává i intenzitu záření dopadajícího na zemský povrch vzhledem ke sklonu paprsků;
- **okno znázorňující pohled na Zemi** – dvojrozměrně nebo trojrozměrně (lze přepnout) ukazuje přehledně sklon Země vzhledem ke slunečním paprskům; na Zemi jsou barevně označeny důležité rovnoběžky (rovník, obratníky, polární kruhy) a vybraná zeměpisná šířka; pozice obratníků a polárních kruhů je vypočítána v závislosti na nastaveném sklonu zemské osy.

Bez vlivu na znázorňované téma se učební objekt dopouští zjednodušení, když je eliptická dráha Země nahrazena kruhovou kvůli snadnějším výpočtům.



Obr. 17: Učební objekt „Roční období“

Softwarové řešení

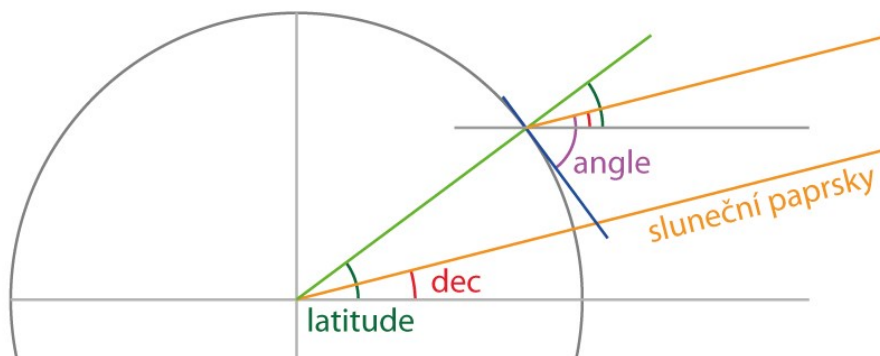
Stěžejní funkcionalitou tohoto učebního objektu je výpočet sklonu slunečních paprsků dopadajících na vybrané místo na Zemi v konkrétním čase (resp. při konkrétní deklinaci) a při zvoleném sklonu zemské osy.

Pro výpočet deklinace je nutné znát sklon zemské osy (proměnná `axis`) a aktuální pozici Země na oběžné dráze kolem Slunce (úhel od 0 do 2π , proměnná `earthPosition`), samotný výpočet pak využívá goniometrické funkce (tab. 17).

Tab. 17: Výpočet deklinace (dle Emersona, 1978)

```
var dec = Math.asin(Math.sin(earthPosition) * Math.sin(axis));
```

Z nákresu (obr. 18) pak lze odvodit výpočet sklonu slunečních paprsků dopadajících na konkrétní zeměpisnou šířku na Zemi v pravé poledne (tab. 18).



Obr. 18: Odvození výpočtu sklonu slunečních paprsků

Tab. 18: Výpočet sklonu slunečních paprsků

```
var angle = (Math.PI/2 - latitude) + dec;
```

Kompletní zdrojové kódy tohoto učebního objektu jsou součástí přílohy 1, ve složce app/03-roční-období.

Otázky a úkoly

1. Pozorujte animaci a odpovězte na otázku: Čím jsou způsobena roční období?
2. Nastavte zeměpisnou šířku odpovídající vaší poloze na Zemi. Jaký nejvyšší a nejnižší sklon slunečních paprsků v pravé poledne nastane v průběhu roku a kdy konkrétně? Jaká je související intenzita dopadajícího slunečního záření?
3. Nastavte zeměpisnou šířku na rovník a obratníky. Kdy zde nastává nejvyšší sklon slunečních paprsků v pravé poledne v průběhu roku?
4. Na jaké zeměpisné šířce je sklon slunečních paprsků v pravé poledne při zimním nebo letním slunovratu nulový?
5. Nastavte sklon zemské osy na 0° . Jaký vliv to bude mít na roční období v průběhu roku?

Modelové řešení:

1. Roční období jsou způsobena sklonem zemské osy a oběhem Země kolem Slunce. V průběhu roku se tak díky měnícímu se sklonu slunečních paprsků dopadajících na danou zeměpisnou šířku mění intenzita dopadajícího slunečního záření.
2. Na zeměpisné šířce 49° při letním slunovratu nastává maximální sklon slunečních paprsků (64° , intenzita dopadajícího záření 90 %), při zimním slunovratu nastává minimální sklon (18° , intenzita dopadajícího záření 31 %).
3. Na obratníku Raka maximální sklon slunečních paprsků nastává při letním slunovratu (90°), na obratníku Kozoroha při zimním slunovratu (90°) a na rovníku při rovnodennostech (90°).
4. Nulový sklon slunečních paprsků v pravé poledne při zimním slunovratu nastává na severním polárním kruhu, při letním slunovratu na jižním polárním kruhu.
5. Při nastavení nulového sklonu zemské osy se v průběhu roku na jakékoliv zeměpisné šířce nemění sklon slunečních paprsků, díky tomu nenastávají roční období tak, jak je známe. V průběhu roku by se při nulovém sklonu zemské osy ale mírně projevila měnící se vzdálenost od Slunce, což by mělo vliv na klima. Nejvyšší intenzita dopadajícího záření je celoročně na rovníku, nejnižší na pólech.

4.7 Učební objekt „Sluneční čas“

Teoretický úvod

Rotace Země kolem osy způsobuje střídání dne a noci, střední sluneční den trvá 24 hodin. Na místech s rozdílnou zeměpisnou délkou je v jednom okamžiku rozdílný střední sluneční čas (Kleczek, 2002). V průběhu roku se (díky sklonu zemské osy, resp. díky jejímu směřování vzhledem k postavení Slunce) mění délka světlého dne, za polárními kruhy nastává různě dlouhá polární noc nebo polární den.

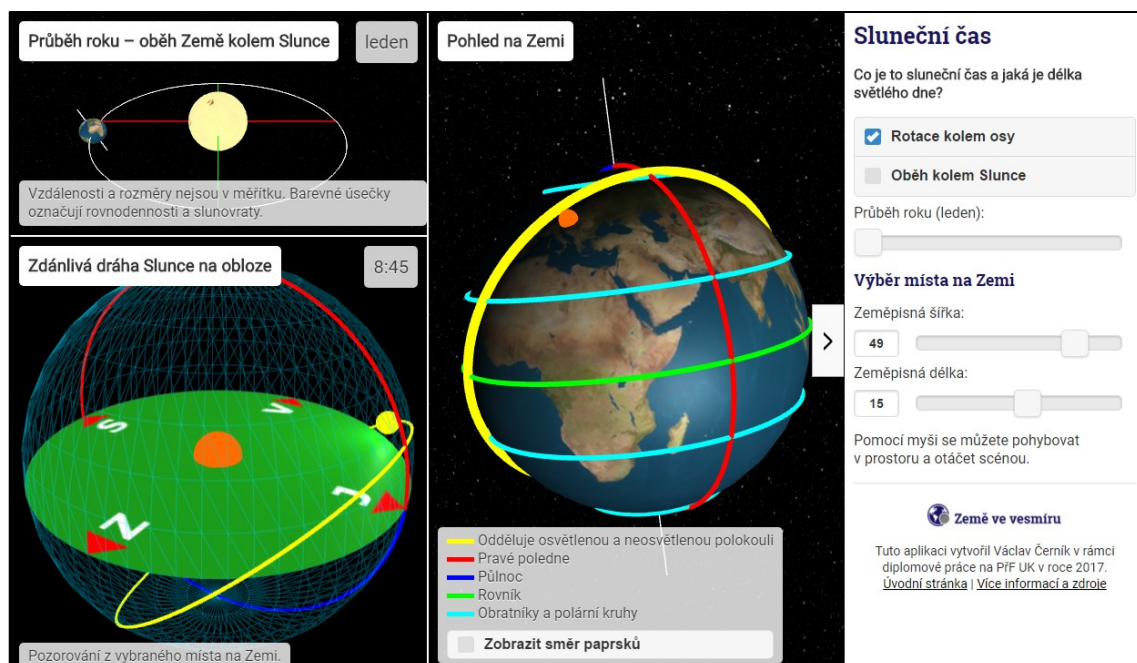
Popis a ovládání

Učební objekt „Sluneční čas“ (obr. 19) představuje důsledky rotace Země kolem své osy – zejména tedy sluneční čas. Je možné spustit a pozastavit animaci rotace Země kolem osy a animaci oběhu Země kolem Slunce – není ale možné spustit obě animace najednou. Dále je možné nastavit pozici Země na oběžné dráze kolem Slunce v průběhu roku a vybrat místo na Zemi. Učební objekt obsahuje více oken:

- **okno znázorňující oběh Země kolem Slunce** – ve trojrozměrné interaktivní animaci prezentuje aktuální pozici Země na oběžné dráze kolem Slunce v průběhu roku; pro orientaci v čase zobrazuje aktuální kalendářní měsíc; zobrazuje dráhu Země a označuje místa, kdy nastávají slunovraty a rovnodennosti; je možné pomocí myši upravovat pohled; Země a Slunce nejsou v měřítku;
- **okno znázorňující dráhu Slunce na obloze při pozorování z vybraného místa na Zemi** – vybrané místo zde představuje střed oranžové koule, nad kterým se nachází nebeská sféra, po níž koná zdánlivý pohyb Slunce; okolí vybraného místa je doplněno o ukazatele geografických směrů; je zde také zobrazen aktuální sluneční čas; dráha Slunce je zobrazena žlutou barvou; je možné pomocí myši upravovat pohled;
- **okno znázorňující pohled na Zemi** – trojrozměrný model Země, na kterém je znázorněna osvětlená a neosvětlená část Země (den a noc), půlkruhy označují pravé poledne a půlnoc; vybrané místo na Zemi je označeno částí oranžové koule; je možné zde demonstrovat rozdílnou délku dne v průběhu roku.

Bez vlivu na znázorňované téma se učební objekt dopouští zjednodušení, když je eliptická dráha Země nahrazena kruhovou kvůli snadnějším výpočtům. Sluneční čas v tomto učebním objektu tak, na rozdíl od skutečnosti (pravého slunečního času), plyne v průběhu roku rovnoměrně.

Animaci rotace Země není možné spustit zároveň s animací oběhu Země kolem Slunce, protože rychlost rotace Země neodpovídá rychlosti oběhu Země kolem Slunce – současné spuštění obou animací by vedlo k nereálným situacím (např. že Slunce zapadne v jiném měsíci, než vyšlo – tedy pod značně odlišným azimutem).



Obr. 19: Učební objekt „Sluneční čas“

Softwarové řešení

Stěžejní částí tohoto učebního objektu je okno znázorňující zdánlivou dráhu Slunce na nebeské sféře (obloze) při pohledu z vybraného místa na Zemi.

Zdánlivá dráha Slunce je hlavní nebo vedlejší kružnice umístěná na kouli představující nebeskou sféru. Vzdálenost středu této kružnice od středu koule je závislá na deklinaci. Pozice této kružnice (její natočení) závisí na zeměpisné šířce. Modelace zdánlivé dráhy Slunce spočívá ve vytvoření normálového vektoru roviny zdánlivé dráhy Slunce (určuje směr od středu koule, kde se bude nacházet střed kružnice) a dále v určení vzdálenosti středu kružnice od středu koule (tab. 19). Kružnici je poté nutné překreslit – zmenšit její průměr tak, aby byla hlavní nebo vedlejší kružnicí dané koule. Je také nutné nastavit sklon odvíjející se od zeměpisné šířky.

Kompletní zdrojové kódy tohoto učebního objektu jsou součástí přílohy 1, ve složce app/04-slunecni-cas.

Tab. 19: Výpočet středu kružnice představující zdánlivou dráhu Slunce

```
// Normálový vektor roviny dráhy Slunce
var v = new THREE.Vector3(-10, 10 * Math.tan(latitude), 0);
var arc = Math.asin(Math.sin(earthPosition) *
    Math.sin(earthAxis));
// Vektor vedoucí k novému středu dráhy Slunce
var v2 = v.normalize().multiplyScalar(-60 * Math.sin(arc));
// Určení pozice středu dráhy
trace.position.x = v2.x;
trace.position.y = v2.y;
trace.position.z = v2.z;
```

Otázky a úkoly

1. Co to je sluneční čas a od čeho se odvozuje?
2. Jaká je délka světlého dne (od východu Slunce do jeho západu) na různých zeměpisných šířkách při jarní nebo podzimní rovnodennosti? Jaký je vztah vycházejícího a zapadajícího Slunce v oba zmíněné dny ke geografickým směrům?
3. Popište, jak a proč se mění délka světlého dne v průběhu roku na naší zeměpisné šířce.
4. Nastavte parametry tak, abyste znázornili polární noc a polární den. Vysvětlete tyto pojmy.

Modelové řešení:

1. Sluneční čas se odvozuje od pozice Slunce na obloze, resp. natočení Země vůči Slunci. Poledne nastává, když je Slunce na obloze nejvýše, den má 24 hodin.
2. Délka světlého dne při rovnodennosti je 12 hodin na jakékoliv zeměpisné šířce. Slunce vychází přesně na geografickém východě a zapadá přesně na geografickém západě.
3. Délka světlého dne se v průběhu roku mění kvůli měnícímu se oslunění severní a jižní polokoule v průběhu roku, resp. kvůli měnícímu se směřování zemské osy vzhledem ke Slunci. Při zimním slunovratu dopadají paprsky kolmo na obratník Kozoroha a na naší zeměpisné šířce je tak světlý den z celého roku nejkratší. S postupem roku se světlý den prodlužuje a nejdelší je při letním slunovratu, poté se opět začíná zkracovat.
4. Polární den a polární noc nastává za polárním kruhem (severním nebo jižním). Při polární noci Slunce za celý den (24 hodin) nevystoupí nad obzor, při polárním

dnu naopak za celý den Slunce neklesne pod obzor. Zdánlivý pohyb Slunce demonstruje levé spodní okno.

4.8 Učební objekt „Pásmový čas“

Teoretický úvod

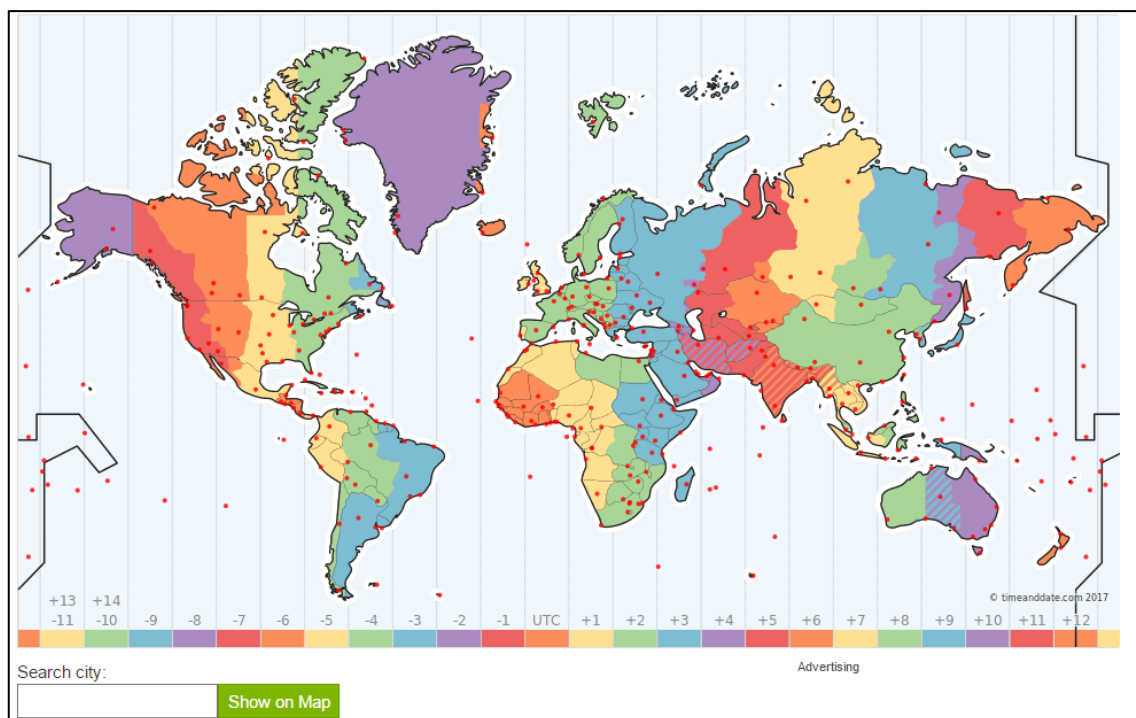
Povrch Země je rozdělen do 24 základních časových pásem. Každé časové pásmo je orientačně široké 15° zeměpisné šířky, hranice časových pásem ale v praxi často kopírují hranice států nebo jiných územních celků. Uvnitř časového pásma se používá smluvený čas – pásmový čas. Jedná se o místní střední sluneční čas vhodně zvoleného poledníku. Např. v Česku se používá středoevropský čas, což je střední sluneční čas 15° v. d.

Datová hranice je stanovena mezinárodní dohodou, při jejím překročení se mění datum – při překročení ve východním směru se odečítá den, v opačném směru se den přičítá. Nachází se přibližně na 180° zeměpisné délky, vyhýbá se obydleným oblastem (Kleczek, 2002).

Popis a ovládání

Učební objekt „Pásmový čas“ (obr. 20) lze považovat za doplněk ke klasickým mapám časových pásem vyskytujících se ve školních atlasech. Tento učební objekt je interaktivní mapou časových pásem, která ukazuje aktuální pásmový čas v různých městech na Zemi.

Při pohybu myši po mapě se zobrazuje aktuálně vybrané časové pásmo. Najetím myši na vybrané město se zobrazí aktuální pásmový čas na tomto místě.



Obr. 20: Učební objekt „Pásmový čas“ (Time Zone Map, 2017)

Softwarové řešení

Popsaný učební objekt, vytvořený pomocí vhodných webových technologií, již existuje a je dostupný na internetu (Time Zone Map, 2017) – ve výsledné aplikaci na něj tedy bylo odkázáno hypertextovým odkazem.

Otázky a úkoly

1. Co je to časové pásmo, kolik jich existuje a jaký je mezi nimi vztah (časový rozdíl)?
2. Kde se nachází datová hranice a k čemu slouží?
3. Vyberte na interaktivní mapě některé město a zadejte jej spolužákovi. Ten bude mít za úkol vypočítat kolik je v tomto městě aktuálně hodin. Správnost jeho řešení poté zkontrolujte.

Modelové řešení:

1. Časové pásmo je část Země (smluvené území), v rámci něhož se používá stejný smluvený čas. Základních časových pásem existuje na Zemi 24 – den trvá 24 hodin a sousední časová pásma se od sebe liší o 1 h. Směrem na západ se ke smluvenému času 1 h odečítá, směrem na východ se 1 h přičítá.
2. Datová hranice leží přibližně na poledníku 180° zeměpisné délky s tím, že se vyhybá obydleným oblastem. Při cestování na východ se ke smluvenému času přičítají hodiny, při přechodu datové hranice se ale odečte celý den – pokud by se

neodečetl, cestovatel by v kalendáři zcela ztratil jeden den. Při přechodu datové hranice v opačném směru se celý den přičítá.

3. Modelová situace: Byl vybrán New York (pásmo -5 h) a právě je v Česku (pásmo +1 h) 8 hodin a 10 minut. V New Yorku jsou tedy 2 hodiny a 10 minut ráno téhož dne.

4.9 Učební objekt „Měsíční fáze“

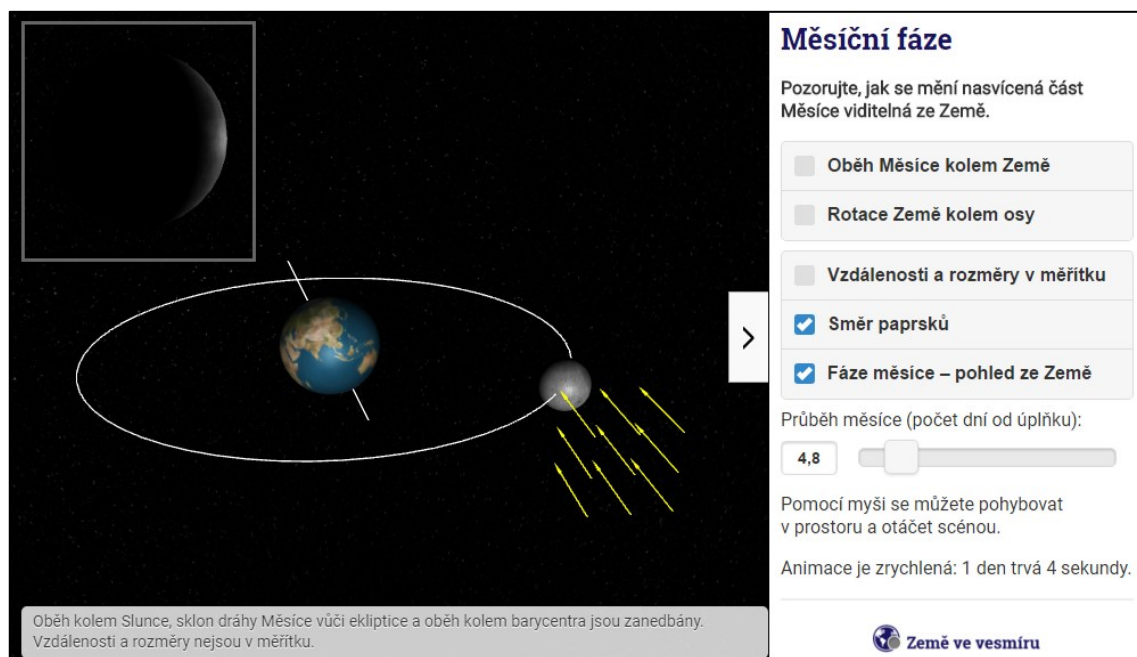
Teoretický úvod

Fáze Měsíce, které lze ze Země pozorovat, jsou způsobeny oběhem Měsíce kolem Země (resp. kolem barycentra) – vlivem různé pozice Měsíce vzhledem k Zemi a Slunci se mění z pohledu pozorovatele na Zemi tvar osvětlené části Měsíce.

Popis a ovládání

Učební objekt „Měsíční fáze“ (obr. 21) je trojrozměrnou interaktivní animací, která zobrazuje Zemi a kolem ní obíhající Měsíc. Učební objekt lze ovládat – pozastavovat animaci, měnit pohled, posuvníkem nastavovat pozici Měsíce. Je možné také zobrazit nebo skrýt přídatné okno s pohledem na Měsíc tak, jak jej lze pozorovat ze Země.

Pro zjednodušení (bez vlivu na podstatu problematiky) Měsíc obíhá kolem středu Země a dráha má tvar kružnice.



Obr. 21: Učební objekt „Měsíční fáze“

Softwarové řešení

Princip softwarového řešení tohoto učebního objektu je jednoduchý, stěžejní je rovnoměrný pohyb Měsíce po kruhové dráze (malá excentricita je zanedbána a eliptická dráha je tak nahrazena kruhovou dráhou).

Proměnná `moonPosition` s každým novým snímkem animace roste až do hodnoty 2π (poté roste opět od nuly). V proměnné `moonPositionPrev` se uchovává pozice na předchozím snímku, aby bylo možné o potřebný úhel natočit Měsíc (vázaná rotace). Objektu Měsíci se následně nastaví správná pozice na kružnici o poloměru 150 (tab. 20).

Kompletní zdrojové kódy tohoto učebního objektu jsou součástí přílohy 1, ve složce `app/05-faze-mesice`.

Tab. 20: Vázaná rotace a pohyb Měsíce

```
//vázaná rotace
this.moon.rotateY(dif);
var dif = moonPosition - moonPositionPrev;

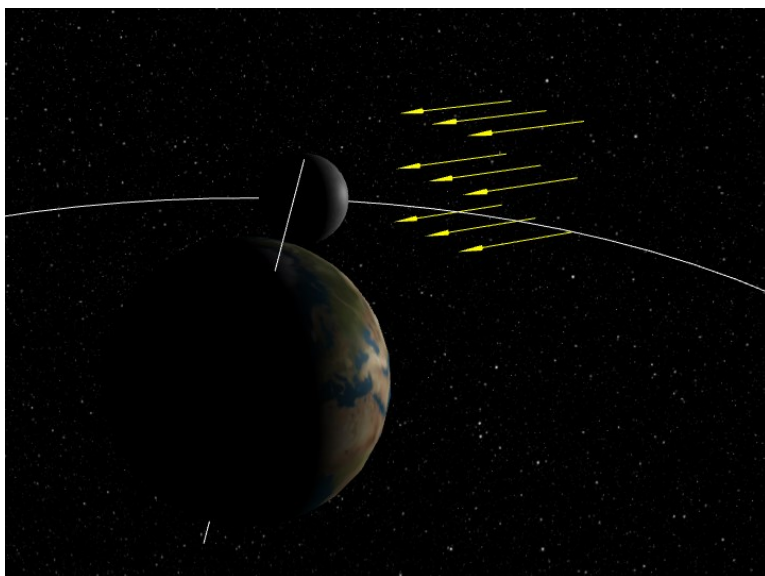
//nastavení pozice Měsíce
this.moon.position.set(150 * Math.sin(moonPosition), 0, 150 *
    Math.cos(moonPosition));
```

Otázky a úkoly

1. Pomocí myši nastavte pohled (scénu) tak, jako byste pozorovali Měsíc ze Země. Pozorujte, jak se v průběhu oběhu Měsíce kolem Země mění pozorovatelná a zároveň nasvícená část.
2. Vyjmenujte jednotlivé měsíční fáze a nastavte v aplikaci Měsíc do pozice, která vede k těmto jednotlivým fázím.

Modelové řešení:

1. Nastavení pohledu při pozorování měsíčních fází - obr. 22.
2. Měsíční fáze (v pořadí): nov, přibývající srpek, první čtvrt, přibývající Měsíc, úplňk, ubývající Měsíc, poslední čtvrt, ubývající srpek.



Obr. 22: Pozorování Měsíce ze směru od Země

4.10 Učební objekt „Zatmění Slunce a Měsíce“

Teoretický úvod

Za zatmění je obecně považována situace, kdy dojde k zastínění nebeského tělesa jiným tělesem. Rozlišuje se zatmění úplné a částečné.

Rovina oběžné dráhy Měsíce svírá s rovinou ekliptiky úhel cca 5° , průsečíky oběžné dráhy s rovinou ekliptiky se nazývají uzly. Rovina oběžné dráhy Měsíce se v průběhu času stáčí, poloha uzlů se tak mění – celou kružnici uzlu projde za cca 18 let, tzv. saros (Kleczek, 2002).

Zatmění Slunce nastává, když Měsíc vrhá stín na Zemi (Měsíce vstoupí mezi Zemi a Slunce). Aby mohlo nastat zatmění Slunce, musí být Měsíc v novu a blízko uzlu. Zatmění Měsíce nastává, když Měsíc vstoupí do stínu Země; Měsíc tedy musí být v úplňku a blízko uzlu (Kleczek, 2002).

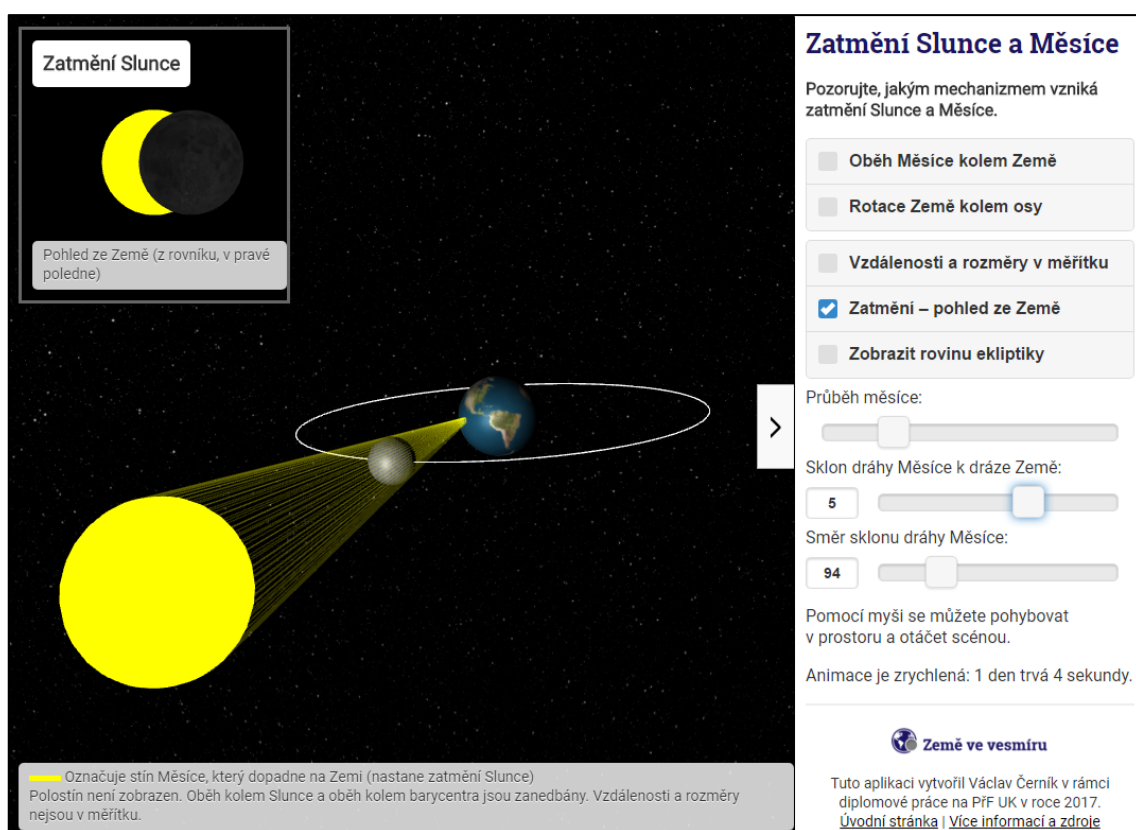
Popis a ovládání

Učební objekt „Zatmění Slunce a Měsíce“ (obr. 23) znázorňuje situaci vedoucí k zatmění Slunce a Měsíce v trojrozměrné interaktivní animaci. Animaci lze ovládat – pozastavovat animaci, nastavovat pohled, nastavovat pozici Měsíce. Za účelem lepší názornosti jsou Země, Slunce i Měsíc zvětšeny (zvětšení není v měřítku), je ale možné tyto objekty zobrazit v měřítku a správných vzájemných vzdálenostech. Lze také zobrazit nebo skrýt přídatné okno, které znázorňuje pohled na Slunce nebo na Měsíc. Učební objekt bez vlivu

na problematiku zatmění zjednodušuje dráhu Měsíce na kružnici, zanedbává oběh Země kolem Slunce a dále zanedbává fakt, že Měsíc i Země obíhají kolem barycentra.

Zatmění Slunce i Měsíce je představeno v rámci jedné animace. Od fáze první čtvrt po fázi poslední čtvrt představuje zatmění Měsíce, ve druhé části měsíce představuje zatmění Slunce. V obou situacích je znázorněn příslušný kužel paprsků tvořících stín Země nebo Měsíce.

V učebním objektu je možné nastavit sklon dráhy Měsíce a směr tohoto sklonu. Díky tomu a díky možnosti zobrazit vzdálenosti a rozměry v měřítku tak lze demonstrovat proč zatmění nenastávají při každém úplňku a novu.



Obr. 23: Učební objekt „Zatmění Slunce a Měsíce“

Softwarové řešení

Při vytváření učebního objektu bylo stěžejní zobrazení kuželů tvořených slunečními paprsky – pro znázornění stínu Země nebo Měsíce. Modelace kužele slunečních paprsků znázorňující stín Měsíce není triviální, protože Měsíc se pohybuje a je tedy nutné pro každý okamžik vypočítávat zcela novou geometrii tohoto kuželu (na rozdíl od kužele znázorňujícího stín Země – ten se nemění). Kužel se zadává pomocí poloměru základny a pomocí výšky. Nejdříve je nutné získat směr (vektor) od Slunce k Měsíci a jejich vzdálenost (tab. 21), poté vypočítat výšku kužele pomocí podobnosti trojúhelníků a

poměrů (tab. 22). Po vykreslení kužele se nastaví jeho pozice, resp. pozice jeho středu. Pozice se odvozuje od pozice Slunce a využívá dříve získaný normovaný vektor směru, který se prodlouží na potřebnou délku (tab. 23).

Kompletní zdrojové kódy tohoto učebního objektu jsou součástí přílohy 1, ve složce app/06-zatmeni.

Tab. 21: Získání směru od Slunce k Měsíci a jejich vzdálenosti

```
var vect_S_M = new THREE.Vector3(  
    this.sun.position.x - this.moon.position.x,  
    this.sun.position.y - this.moon.position.y,  
    this.sun.position.z - this.moon.position.z);  
  
var dist = this.sun.position.distanceTo(this.moon.position);
```

Tab. 22: Výpočet výšky kužele

```
var height = dist / (sun_radius - moon_radius) * moon_radius +  
    dist
```

Tab. 23: Výpočet a nastavení pozice kužele

```
var position = this.sun.position.clone();  
position.add(vect_S_M.multiplyScalar(-height / 2));  
this.shadowlmoon.position.set(position.x, position.y,  
    position.z);
```

Otázky a úkoly

1. Popište mechanismus, díky kterému nastává zatmění Slunce a zatmění Měsíce.
2. Když dojde k zatmění Slunce nebo Měsíce, v jaké je právě Měsíc fázi? A proč nenastává zatmění při každé této fázi?

Modelové řešení:

1. Zatmění Slunce nastává, když Měsíc vrhá stín na Zemi (Měsíce vstoupí mezi Zemi a Slunce). Zatmění Měsíce nastává, když Měsíc vstoupí do stínu Země.
2. Při zatmění Slunce je Měsíc v novu, při zatmění Měsíce je Měsíc v úplňku. Oběžná dráha Měsíce svírá s rovinou ekliptiky úhel cca 5°, přičemž směr tohoto sklonu se v průběhu času mění. Aby mohlo nastat zatmění, musí se Měsíc při úplňku nebo novu ocitnout přímo v blízkosti průsečíku roviny ekliptiky s oběžnou dráhou Měsíce, což je poměrně vzácné.

4.11 Učební objekt „Budoucí zatmění“

Teoretický úvod

Úplné zatmění Měsíce nastává, když Měsíc vstoupí do stínu Země. Částečné zatmění Měsíce nastává, když Měsíc prochází stínem Země jen částečně. Podobně úplné zatmění Slunce nastává, když Měsíc zakryje celé Slunce; částečné zatmění Slunce nastává, když Měsíc zakryje pouze část slunečního disku. V důsledku oběhu Měsíce po eliptické dráze se jeho vzdálenost od Země průběžně mění a může tak nastat situace, kdy je Měsíc při zatmění Slunce vzdálen natolik, že jeho stín nedosáhne na povrch Země a dochází tak k prstencovému zatmění Slunce – měsíční disk je menší než disk sluneční (Kleczek, 2002).

Oblast, kterou prochází stín Měsíce a ze které je možné pozorovat konkrétní úplné zatmění Slunce se nazývá pás totality. Zatmění Měsíce je pozorovatelné z celé polokoule, ze které je vidět Měsíc nad obzorem (Kleczek, 2002).

Popis a ovládání

Učební objekt (obr. 24) slouží jako doplněk k učebnímu objektu „Zatmění Slunce a Měsíce“, umožňuje žákům vyhledat budoucí zatmění Slunce a Měsíce včetně znázornění míst na Zemi, kde budou pozorovatelné. Úvodní přehled zobrazuje všechna budoucí zatmění v následujících letech (do roku 2026). U každé položky je k dispozici informace o typu zatmění, obrázek Měsíce nebo Slunce sloužící jako ukázka daného zatmění a popis lokalit, odkud bude zatmění pozorovatelné, včetně přehledné mapy.

Po kliknutí na vybrané zatmění se zobrazí detail, který mimo jiné obsahuje animaci daného zatmění (pozorovatelný objekt v průběhu času toho dne)

Solar and Lunar Eclipses Worldwide – Next 10 years

All Solar and Lunar Eclipses Worldwide from 1900 to 2099. When is the next eclipse in your city?

Area: For: Type:

Dates	Object	Type	Looks like	Where is the eclipse visible	Path of the Eclipse
2017					
7. srp / 8. srp 2017	Lunar	Partial		Much of Europe, Much of Asia, Australia, Africa, East in South America, Pacific, Atlantic, Indian Ocean, Antarctica	
21. srp 2017	Solar	Total		West in Europe, North/East Asia, North/West Africa, North America, Much of South America, Pacific, Atlantic, Arctic	
2018					
31. led 2018	Lunar	Total		North/East Europe, Asia, Australia, North/East Africa, North America, North/West South America, Pacific, Atlantic, Indian Ocean, Arctic, Antarctica	
15. úno 2018	Solar	Partial		South in South America, Pacific, Atlantic, Antarctica	
13. čer 2018	Solar	Partial		South in Australia, Pacific, Indian Ocean	

Next eclipse begins in

78 19 47 42
DAYS HRS MIN SECS

[Partial Lunar Eclipse](#)
7. srp 2017, 15:50:01 UTC ... [See more](#)

Advertising

Eclipse Lookup

Solar Eclipses

1. Different Types of Eclipses
2. What Are Solar Eclipses?
3. How Often Do Solar Eclipses Occur?

Obr. 24: Učební objekt „Budoucí zatmění“ (Solar and Lunar Eclipses Worldwide, 2017)

Softwarové řešení

Popsaný učební objekt, vytvořený pomocí vhodných webových technologií, již existuje a je dostupný na internetu (Solar and Lunar Eclipses Worldwide, 2017) – ve výsledné aplikaci na něj tedy bylo odkázáno hypertextovým odkazem.

Otázky a úkoly

1. Zjistěte, kdy a kde bude pozorovatelné příští zatmění Slunce a příští zatmění Měsíce.
2. Zjistěte, kdy bude v Česku pozorovatelné příští zatmění Slunce a příští zatmění Měsíce.

Modelové řešení

1. Řešení se vztahuje k červnu 2017. Příští zatmění Měsíce nastane v noci ze 7. na 8. srpna 2017, bude částečné a bude pozorovatelné z většiny Evropy, Asie, Afriky, Austrálie a Antarktidy. Příští zatmění Slunce nastane 21. srpna 2017, jako úplné bude pozorovatelné v části Severní Ameriky, jako částečné bude pozorovatelné především v Severní Americe a na severu Jižní Ameriky.
2. Řešení se vztahuje k červnu 2017. Příští zatmění Měsíce bude v Česku pozorovatelné v noci ze 7. na 8. srpna, bude se jednat o částečné zatmění.

Nejbližší zatmění Slunce, které bude pozorovatelné v Česku, nastane 10. června 2021 – bude se jednat o částečné zatmění, v určité oblasti na severu Severní Ameriky bude pozorovatelné jako prstencové zatmění.

4.12 Učební objekt „Oběh kolem barycentra“

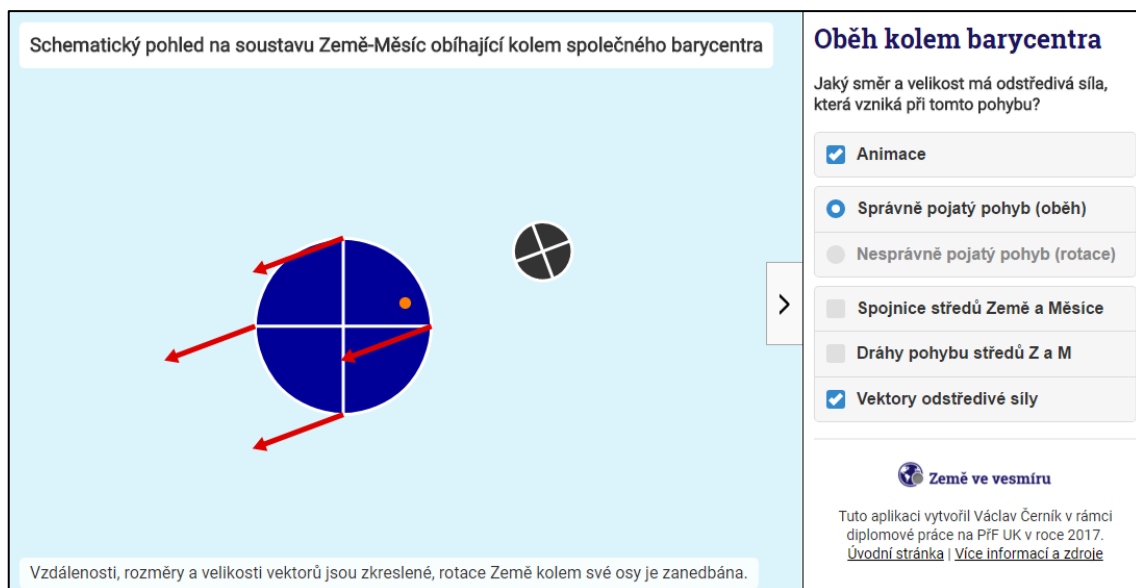
Teoretický úvod

Měsíc se pohybuje po téměř kruhové dráze kolem společného těžiště soustavy Země-Měsíc, které se nazývá barycentrum. Barycentrum se nachází cca 1 400 km pod povrchem Země, pro zjednodušení bude dále uváděna zaokrouhlená hodnota $\frac{1}{4}$ vzdálenosti od zemského povrchu ke středu Země. Kolem barycentra se po téměř kruhové dráze pohybuje i Země.

Na pohyb Země kolem barycentra je nutné nahlížet jako na translační pohyb a ne jako (často uváděnou) rotaci. Proto je setrvačná odstředivá síla (dále jen odstředivá síla) na všech místech na zemském povrchu jednotného směru a velikosti. Při rotaci kolem barycentra by odstředivá síla působila na různých místech na zemském povrchu značně odlišnou velikostí i směrem.

Popis a ovládání

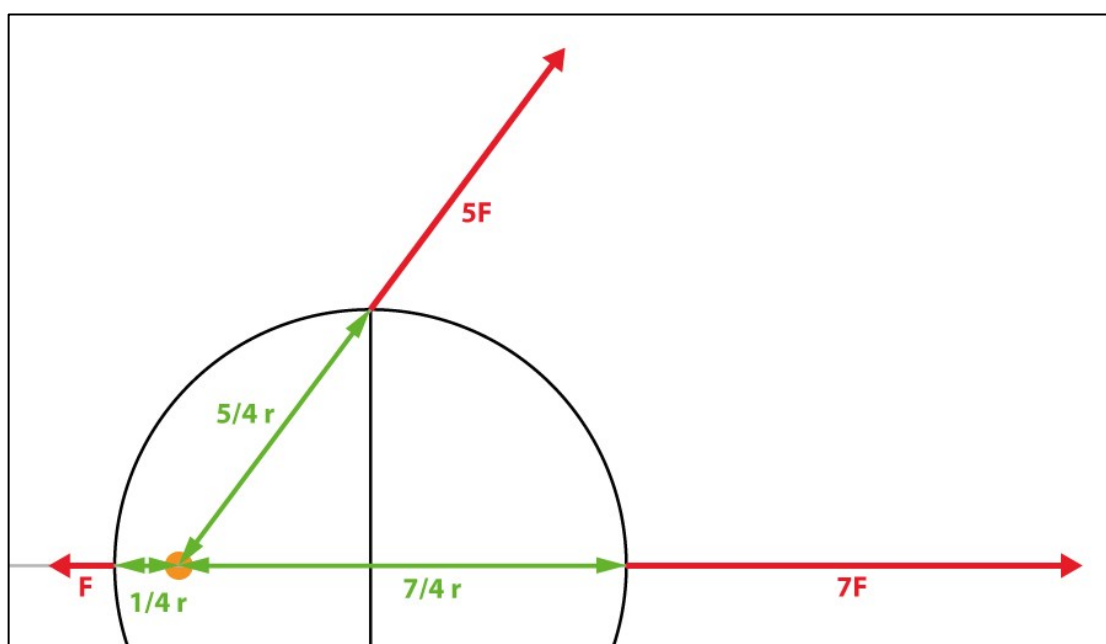
Učební objekt (obr. 25) schematicky znázorňuje pohyb Země kolem barycentra soustavy Země-Měsíc. Ze správně pojatého pohybu lze pro porovnání přepnout na nesprávně pojatý pohyb. Vektory odstředivých sil jsou zvětšené kvůli názornosti – jde především o porovnání směru a velikostí navzájem mezi sebou. Interaktivita tohoto učebního objektu spočívá ve zmíněné možnosti přepnutí mezi správným a nesprávným pojetím pohybu Země kolem barycentra, dále v možnosti pozastavení animace a zobrazení vektorů sil, kružnic, po kterých se pohybují středy Země a Měsíce a spojnice středů Země a Měsíce. Učební objekt zanedbává rotaci Země kolem své osy, rozměry a vzdálenosti zde nejsou v měřítku.



Obr. 25: Učební objekt „Oběh kolem barycentra“

Softwarové řešení

Princip animace spočívá v rotaci jednotlivých objektů a rovnoměrném pohybu po kružnici. Velikosti sil jsou definovány na počátku, nepočítají se průběžně. Velikost odstředivé síly je při správně pojatém pohybu na jakékoliv pozici na Zemi stejná, při nesprávně pojatém pohybu je velikost odstředivé síly na různých místech na Zemi různá – velikosti je třeba spočítat tak, aby byly navzájem patrné rozdíly. Velikost odstředivé síly je přímo úměrná vzdálenosti od středu otáčení a směřuje od středu otáčení. Velikosti zobrazených vektorů jsou vypočítány tak, aby navzájem byly v souladu (v závislosti na vzdálenosti od středu otáčení), neodpovídají ale reálné hodnotě (obr. 26).



Obr. 26: Vektory odstředivých sil při nesprávně pojatém pohybu

Kompletní zdrojové kódy tohoto učebního objektu jsou součástí přílohy 1, ve složce app/07-barycentrum.

Otázky a úkoly

1. Pozorujte správně i nesprávně pojatý pohyb Země kolem barycentra. Jak se liší? Porovnejte velikost a směr odstředivé síly, vzniklé správně i nesprávně pojatým pohybem, na různých místech na Zemi.
2. Jak by se nesprávně pojatý pohyb projevil v případě přílivu na Zemi?

Modelové řešení:

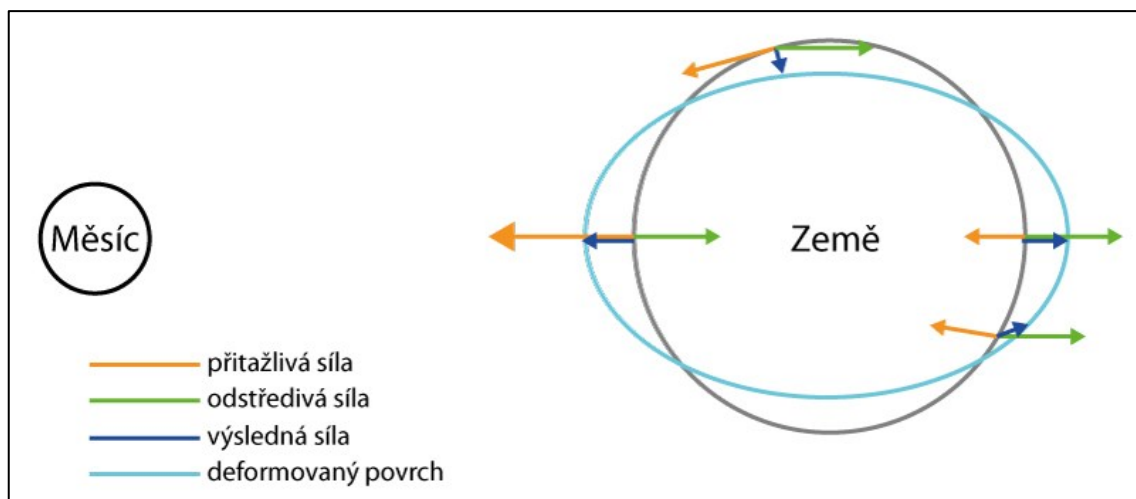
1. Při správně pojatém pohybu Země kolem barycentra (oběhu) jsou vektory odstředivé síly na všech místech na zemi stejné (mají stejný směr a velikost). Při nesprávně pojatém pohybu Země kolem barycentra (rotaci) má odstředivá síla na různých místech na Zemi značně rozdílnou velikost a směr.
2. Nesprávně pojatý pohyb by znamenal daleko větší sílu slapových jevů na straně odvrácené od Měsíce, přílivová vlna by tak byla větší. Na straně přivrácené k Měsíci by síla slapových jevů také vzrostla, protože by odstředivá síla měla stejný směr jako přitažlivá síla Měsíce. Výsledná síla by na straně odvrácené byla větší než na straně přivrácené, což by způsobovalo rozdílnou výšku přílivových vln.

4.13 Učební objekt „Slapové jevy“

Teoretický úvod

Slapové jevy, jejichž projevem je příliv a odliv, jsou způsobeny Měsícem (jeho přitažlivou silou a oběhem Země kolem barycentra) i Sluncem. Na vzniku slapových jevů se podílí přitažlivé síly Měsíce a Slunce a dále odstředivé síly vznikající oběhem kolem barycenter, přičemž vliv Měsíce je cca 2,2krát větší než vliv Slunce.

Přitažlivá síla Měsíce působí na různé body na zemském povrchu různě (velikost dané síly je dána vzdáleností konkrétního bodu na povrchu Země a středu Měsíce), odstředivá síla daná pohybem Země kolem barycentra však působí na všechny body na zemském povrchu stejně. Výsledná síla v konkrétním bodě vzniká složením přitažlivé síly Měsíce a odstředivé síly vzniklé pohybem Země kolem barycentra a je pro různé body na zemském povrchu různá velikostí i směrem (obr. 27).



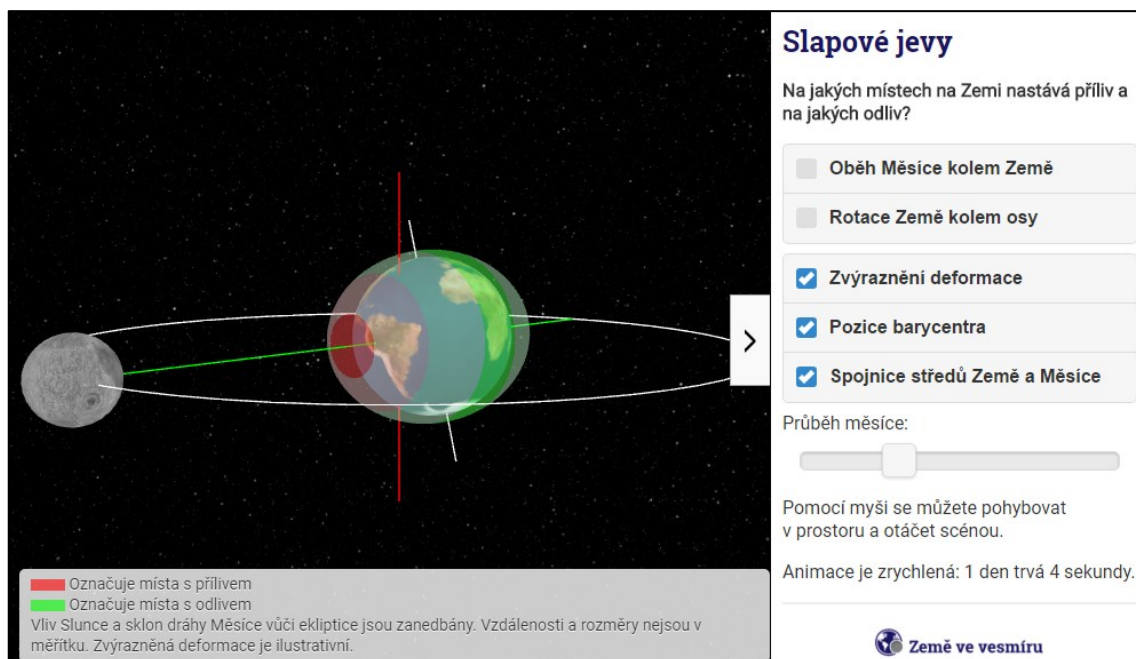
Obr. 27: Schéma skládání sil a vzniku slapových jevů (dle Bičíka, Janského a kol., 2001)

Popis a ovládání

Učební objekt (obr. 28) znázorňuje působení výslednic sil způsobených vlivem Měsíce a má formu trojrozměrné interaktivní animace. Učební objekt lze ovládat (pozastavení animace oběhu Měsíce a rotace Země kolem osy, úprava pohledu), lze nastavovat pozici Měsíce, zobrazit nebo skrýt pozici barycentra a spojnicí středů Země a Měsíce.

Působení výslednic sil je zde znázorněno barevně a také prostorově (koule se zdeformuje na elipsoid). Oproti dvojrozměrným obrázkům v učebnici tak je žák schopen získat daleko lepší představu a prostorovém uspořádání tohoto jevu.

Učební objekt představuje pouze vliv Měsíce a neřeší vliv Slunce. Bez vlivu na představovanou problematiku je sklon dráhy Měsíce vůči ekliptice zanedbán, oběžné dráhy jsou zjednodušeny na kružnice. Kvůli lepší názornosti nejsou rozměry Země a Měsíce a jejich vzájemná vzdálenost v měřítku. Prostorová deformace je pouze ilustrativní a zkrácená s cílem lepší názornosti (je daleko větší než ve skutečnosti). Při spuštěné animaci rotace Země kolem své osy by měla být deformace vlivem třecí síly a rychlosti rotace Země mírně natočena, toto natočení je ale jen cca 1° (Franc, 2014) a tak jej pro malou zřetelnost učební objekt zanedbává.



Obr. 28: Učební objekt „Slapové jevy“

Softwarové řešení

Princip fungování učebního objektu je poměrně jednoduchý, jde o rovnoměrný pohyb objektů po kružnici. Stěžejní bylo zobrazit elipsoid – ten se vytváří deformací z koule a opět na kouli může být deformován dle nastavení učebního objektu (tab. 24).

Kompletní zdrojové kódy tohoto učebního objektu jsou součástí přílohy 1, ve složce app/08-slapove-jevy.

Tab. 24: Deformace koule a elipsoidu

```
// Deformace z koule na elipsoid
earth.geometry.applyMatrix(
    new THREE.Matrix4().makeScale(0.85, 0.85, 1.15));

// Deformace z elipsoidu na kouli
earth.geometry.applyMatrix(
    new THREE.Matrix4().makeScale(1/0.85, 1/0.85, 1/1.15));
```

Otázky a úkoly

1. Pozorujte trojrozměrný animovaný model Země, na kterou působí výslednice sil, z různých stran. Popište deformovaný tvar – jak vypadá?
2. Určete na základě animovaného modelu místa s největším přílivem a největším odlivem.

Modelové řešení:

1. Deformovaný tvar má tvar elipsoidu. Oproti normálnímu stavu je ve směru k Měsíci a od Měsíce protáhlý (příliv), na místech s odlivem je zploštělý.
2. Místa s největším přílivem (s největším působením výslednice sil směrem od Země) se nachází průsečíku Země s přímkou určenou středy Měsíce a Země. Místa s největším odlivem (s největším působením výslednice sil směrem do Země) lze popsat kružnicí, která je kolmá na přímkou určenou středy Měsíce a Země a která má střed ve středu Země.

4.14 Výuková aplikace

K vytvořeným i převzatým učebním objektům byl pomocí webových technologií vytvořen rozcestník, učební objekty obsahují krátkou anotaci jsou zde rozčleněny do tří základních kategorií:

- Sluneční soustava, Země
- Oběh Země kolem Slunce a rotace Země
- Měsíc, zatmění a slapové jevy

Rozcestník spolu s jednotlivými učebními objekty tvoří výslednou výukovou aplikaci, která byla pojmenována **Země ve vesmíru** a ke které bylo také vytvořeno tematické logo (obr. 29)



Obr. 29: Rozcestník výukové aplikace

Tato práce má stanovený cíl vytvořit výukovou aplikaci, kterou budou moci používat žáci, učitelé i široká veřejnost. Aby vytvořenou výukovou aplikaci mohla tato cílová skupina snadno využívat, je třeba ji umístit veřejně k dispozici na internet. Výuková aplikace bude proto nahrána na webhosting a po uzavření licenční smlouvy s fakultou spuštěna na zakoupené doméně **ZemeVeVesmíru.cz**.

Veškeré okomentované zdrojové kódy, které slouží zároveň jako podrobný popis funkcionality jednotlivých učebních objektů, jsou k dispozici v příloze 1.

4.14.1 Využití externí zdroje a licence

Při tvorbě výukové aplikace byla využita řada externích zdrojů (tab. 25), jejichž využití je umožněno na základě licence. Nejčastěji jsou využité externí zdroje poskytovány na základě licence MIT, některé zdroje využívají licenci Apache 2.0, případně volnou nebo jinou specifickou licenci umožňující využití.

Licence MIT je označována jako svobodná. Je bezúplatná, je možné dílo použít v odvozeném dílu (a odvozené dílo poskytovat i komerčně) s tím, že při dalším šíření

díla je třeba uvést tuto licenci. Licence Apache 2.0 je postavena na stejných myšlenkových základech jako licence MIT, její formulace je ale preciznější, explicitně umožňuje šíření odvozeného díla pod jinou licenci. Dílo poskytnuté pod licenci Apache 2.0 je tak možné při zachování autorství zahrnout do jiného díla (Beneš, 2012).

Textury Země, Slunce a Měsíce poskytuje autor pod licenci umožňující využití pro modelování i komerčních projektů. Autor zakazuje další poskytování tohoto díla v nezpracované podobě – např. prodej samotných textur (Hastings-Trew, 2006).

Knihovna Two.js je poskytována pod volnou licenci „tak jak je“, bez záruk s možností libovolného využívání a dalšího šíření (Brandel, 2017).

API Mapy.cz je možné využít na základě specifické licence umožňující využívání této služby i komerčně, při zachování copyrightů a loga Mapy.cz (Seznam.cz, 2017).

Tab. 25: Využití externí zdroje

Popis, verze		Autor	Licence
Textury Země, Slunce a Měsíce		Hastings-Trew, 2006	volná licence pro využití
Textura vesmíru		Etienne, 2014	licence MIT
Fonty Roboto a Roboto Slab		Google, 2017	licence Apache 2.0
JavaScriptové a CSS knihovny a plugíny	normalize.css (v5.0.0)	Gallagher a Neal, 2017	licence MIT
	jQuery (1.11.3)	The jQuery Foundation, 2017a	licence MIT
	jQuery Mobile (1.4.5)	The jQuery Foundation, 2017b	licence MIT
	three.js (r84)	three.js, 2017	licence MIT
	Two.js (v0.6.0)	Brandel, 2017	volná licence
	API Mapy.cz (4.11)	Seznam.cz, 2017	specifická licence umožňující využití zdarma

5 Diskuse

5.1 Výběr vzdělávacího obsahu

Počet vybraných gymnázií pro potřebu definování obsahu tematického celku „Země jako vesmírné těleso“ lze považovat jako dostatečný, neboť očekávané výstupy a učivo se ve ŠVP vybraných gymnázií často opakovalo.

Identifikace problémových dílčích témat vychází z předpokladu, že středoškolské učebnice zeměpisu obsahující tematický celek „Země jako vesmírné těleso“ zobrazují ve formě statického obrazového materiálu zejména tato problémová dílčí témata. Učebnice jsou hlavním zdrojem, který učitelé používají při plánování výuky (Průcha, 1997). Kromě učebnic znázorňují dílčí témata daného tematického celku i školní zeměpisné atlasy, proto byly do analýzy zahrnuty také. Alternativou k této metodice by mohlo být dotazníkové šetření mezi učiteli na gymnáziích zaměřené na problémová místa ve výuce daného tematického celku, případně analýza výsledků vzdělávání žáků gymnázií. Od těchto metod bylo ale upuštěno z časových a praktických důvodů – jejich řádné provedení by bylo značně náročné, a přitom to nebylo hlavním cílem této práce.

5.2 Forma a obsah výukové aplikace

Na základě dostupných informací z literatury (Simbartl, 2015) bylo rozhodnuto o formě výukové aplikace jako o souboru jednotlivých učebních objektů. Díky takto zvolené formě aplikace nediktuje učiteli konkrétní styl výuky. Aplikace je pro učitele pouze nástrojem a příležitostí ke kvalitnější výuce. Jak výukovou aplikaci do výuky zařadí záleží na jeho zkušenostech, možnostech a konkrétních žácích (Simbartl, 2015).

Vytvořená výuková aplikace je dostupná na digitálních zařízeních bez ohledu na typ operačního systému, žáci ji tedy mohou využít i mimo vyučování na svých vlastních zařízeních. Tímto výuková aplikace reaguje na aktuální trend u-learningu (Hanus, 2015).

Obsah výukové aplikace byl stanoven na základě provedených analýz vzdělávacího obsahu, s ohledem na pedagogickou zkušenost autora této diplomové práce a konzultace s učiteli zeměpisu Gymnázia Žďár nad Sázavou. Díky zvolené formě, souboru jednotlivých učebních objektů, je možné aplikaci v případě potřeby dále rozšiřovat.

Zvolený vzdělávací obsah výukové aplikace zasahuje také do vzdělávacího obsahu předmětu fyzika – konkrétně do středoškolského gymnaziálního tematického celku „Pohyb těles a jejich vzájemné působení“ (RVP G, 2007) nebo na základní škole (a nižších ročnících víceletých gymnázií) do tematických celků „Vesmír“ a „Pohyb těles, síly“ (RVP ZV, 2016). Aplikaci tak lze využít i při výuce fyziky a při výuce zeměpisu lze uplatnit mezipředmětové vztahy.

5.3 Technologie a testování z technického hlediska

Pro vytvoření výukové aplikace byly vybrány webové technologie, které umožňují spuštění aplikace bez ohledu na konkrétní zařízení, typ operačního systému a instalaci – ke spuštění stačí běžný (současný) webový prohlížeč. Pro usnadnění byly využity některé externí zdroje (knihovny). Zásadní bylo použití knihovny Three.js (2017) umožňující snadné zobrazování trojrozměrného prostoru a pohyb v něm. Tato knihovna je doprovázena rozsáhlou dokumentací a využívá ji množství dalších webových aplikací – např. 3D aplikace pro výběr parametrů aut automobilky Ford (Mustang Customizer, 2017) nebo aplikace znázorňující import a export zbraní na globu (Interactive Globe: Small Arms Imports & Exports, 2017).

Pro učební objekt Vzdálenosti a rozměry bylo využito API Mapy.cz, které autor této diplomové práce využíval již ve své bakalářské práci (Černík, 2014), díky čemuž má s touto mapovou technologií zkušenosti. Výběr této technologie podpořily také kvalitní mapové podklady, podrobná dokumentace a vhodná licence umožňující široké využívání (Černík, 2014).

Vybrané knihovny splnily veškeré požadavky, které vyvstaly v průběhu tvorby jednotlivých učebních objektů a jsou potřebné pro funkčnost aplikace – vybrané knihovny nebyly omezující při tvorbě aplikace.

Výuková aplikace, obzvláště jednotlivé učební objekty, byly vyzkoušeny na různých zařízeních rozdílné velikosti obrazovky, operačního systému a prohlížeče. Na mobilních telefonech jsou učební objekty bohužel prakticky nepoužitelné kvůli malé obrazovce. Jako ideální zařízení do výuky se jeví počítače a notebooky obsluhované myší, případně tablety (testování proběhlo na tabletech s obrazovkou 8 palců a větších) obsluhované dotykem.

Převzaté učební objekty „Sluneční soustava“ a „Tvar Země – geoid“ bohužel nepodporují ovládání dotykem. Pro podporu dotykového ovládání by musely být tyto učební objekty vypracovány zcela nově s tím, že by byla podpora dotykového ovládání začleněna do softwarového řešení i do návrhu ovládacích prvků.

Pro spuštění většiny výukových objektů je nutné, aby webový prohlížeč podporoval standardy HTML 5 včetně WebGL. Aplikace byla otestována na nejpoužívanějších prohlížečích – v případě všech nejpoužívanějších prohlížečů (Internet Explorer, Edge, Firefox, Chrome, Safari, Opera, iOS Safari, Android Browser, Chrome for Android) jejich nejnovější verze potřebné standardy podporují (Deveria, 2017) a aplikace byla spustitelná bez problémů.

Limitem výukové aplikace z technického pohledu je potřebný výkon digitálního zařízení, obzvláště v případě některých na zobrazování náročnějších učebních objektů (např. učební objekt „Roční období“). Pokud má dané digitální zařízení slabší výkon nebo zejména pokud jsou zároveň spuštěné další náročné aplikace, může docházet k mírnému zpomalení animací. Jako doporučení lze uvést použití zařízení s procesorem o frekvenci min. 1,6 GHz, grafická karta může být integrovaná – na takovém zařízení byla aplikace bezproblémově spuštěna.

V případě některých prohlížečů (např. Microsoft Edge) je nutné v případě použití dotykového zařízení (např. tablet s operačním systémem Windows) nastavit podporu ovládání dotykem.

5.4 Zařazení výukové aplikace

Výukovou aplikaci lze zařadit do kategorií definovaných v kapitole 2.2.4.

Vytvořená výuková aplikace je interaktivní – v učebních objektech je možné ovládat průběh animace, nastavovat parametry apod. Právě interaktivitu výukové aplikace lze považovat za hlavní přínos výuce oproti běžnému statickému obrazovému materiálu. Dle prostudované literatury má interaktivita pozitivní vliv na efektivitu výuky a pochopení učiva žáky (Keating et al., 2002; Mills, Tomas a Lewthwaite, 2016; Lin a Atkinson, 2011).

Aplikace zpětnou vazbu neposkytuje. Součástí aplikace by mohly být např. objekty s testovací funkcí, které by žákovi i učiteli mohly podat zpětnou vazbu. Tyto objekty ale nebyly zahrnuty do této práce, lze s nimi uvažovat do budoucího rozvoje aplikace.

Aplikace je pouze vizuální (není audiovizuální), tvorba kvalitního audiozáznamu pro doplnění vytvořených učebních objektů by byla velmi náročná. Podobnou roli může zastat učitel, případně další učební materiály.

Aplikace má více didaktických funkcí – je možné ji využít ve výuce jako extenzi, pracovní nástroj nebo v některých případech jako kulisu.

Aplikace je určena pro gymnázia, částečně je ale využitelná i na 2. stupni základních škol (a nižších ročnících víceletých gymnázií), přičemž je určena především pro školní výuku, ale také se dá využít pro samostudium. Zaměřená je na předmět zeměpis, částečně je ale možné ji využít ve fyzice. Jedná se o monotematickou aplikaci – v rámci tematického celku se ale věnuje více dílčím tématům. Jednojazyčnost aplikace vychází z cíle práce – vytvoření výukové aplikace pro výuku na gymnáziích v Česku.

Aplikace bude k dispozici online a zcela zdarma, bude možné k ní tak přistupovat prakticky odkudkoliv bez nutnosti instalace na konkrétní zařízení.

Vytvořená výuková aplikace splňuje i požadavky na digitální učební materiály podpořené z veřejných zdrojů (Neumajer a Růžicková, 2016). Aplikace je k dispozici veřejně na internetu, je možné ji sdílet a využívá otevřený standard HTML 5. Po obsahové stránce je v souladu s kurikulárními dokumenty a umožňuje možnost přizpůsobení a podporuje aktivní učení.

5.5 Hodnocení aplikace

Provést kvalitní hodnocení aplikace, resp. testování ve výuce se žáky, by bylo značně náročné časově i rozsahem práce. Řádné testování vytvořené výukové aplikace je tedy ponecháno pro případné navazující práce autora nebo jiných studentů.

Využívání výukových aplikací ve výuce na českých školách záleží především na učitelích – učitelé rozhodují o využití aplikace na základě objektivních faktorů (kapitola 2.2.4) i svých vlastních zkušeností. Lze konstatovat, že učitelé dokáží aplikaci dostatečně zhodnotit, a proto hodnocení vytvořené výukové aplikace proběhlo formou hodnocení, konzultací a diskuse s vybranými učiteli.

Výuková aplikace byla představena učitelům v rámci projektu Akademie souvislostí, během kterého se na spádových školách setkávají učitelé přírodních věd z 2. stupně ZŠ. Setkání se účastnili tedy i učitelé, kteří zeměpis nevyučují. Po představení aplikace

proběhla diskuse o možnostech využití aplikace ve výuce. Učitelé měli dále možnost se vyjádřit ke vhodnosti využití jednotlivých učebních objektů ve výuce, vhodnosti navržených metodických úkolů a otázek a měli také možnost uvést další připomínky. Na závěr učitelé vyplnili hodnotící formuláře (příloha 3).

Z diskuse a z vyplněných hodnotících formulářů (příloha 3) vyplynulo, že některé z učebních objektů jsou svým tematickým zaměřením blízké učivu fyziky, a tak aplikaci využijí učitelé fyziky i při své výuce – jedná se o učební objekty „Sluneční soustava“, „Vzdálenosti a rozměry“, „Tvar Země“, „Oběžná dráha Země“, „Měsíční fáze“ a „Zatmění Slunce a Měsíce“. Podle vyjádření učitelů ZŠ jsou některé učební objekty pro jejich žáky složité, což je logické vzhledem k cílovému zaměření výukové aplikace na střední školu. Jako učební objekt s největším potenciálem pro využití ve výuce byl hodnocen učební objekt „Vzdálenosti a rozměry“, především díky možnosti představit žákům jednoduchým způsobem značně abstraktní hodnoty ve známém prostředí. Z diskuse vzešly i některé připomínky, které byly do aplikace zapracovány (např. v učebním objektu „Měsíční fáze“ byla doplněna číselná informace o počtu dní od novu).

Odkaz na výukovou aplikaci byl také rozeslán e-mailem 27 učitelům zeměpisu ze škol vybraných pro analýzu vzdělávacího obsahu. Spolu s odkazem na aplikaci jim byl také zaslán odkaz na elektronický hodnotící formulář. Ten vyplnili pouze 4 učitelé, výsledky hodnocení jsou uvedeny v příloze 4. Jako nejméně vhodný pro výuku byl hodnocen převzatý učební objekt „Sluneční soustava“, naopak nejlépe byl opět hodnocen učební objekt „Vzdálenosti a rozměry“. Respondentům vyhovuje zvolená forma výukové aplikace (jednotlivé učební objekty), většině respondentů v aplikaci neschází žádné další dílčí téma z tematického celku „Země jako vesmírné těleso“.

Na základě výsledků hodnocení lze konstatovat, že aplikace je vhodná pro výuku tematického celku „Země jako vesmírné těleso“.

5.6 Srovnání aplikace

Ke srovnání se nabízí aplikace Mozaik Education (2017). Tato aplikace je taktéž složená z jednotlivých učebních objektů. Je placená, zdarma umožňuje spustit pouze 10 učebních objektů týdně, což lze považovat za značnou překážku ve využívání učiteli. Za další nevýhodu ve srovnání s vytvořenou aplikací lze považovat nutnost instalace speciální aplikace, učební objekty nelze spouštět jednoduše pouze s využitím webového

prohlížeče. Srovnávaná aplikace neumožňuje v rámci učebních objektů nastavování parametrů (např. sklon zemské osy apod.).

Výhodou srovnávané aplikace oproti vytvořené aplikaci je její vícejazyčnost (kromě čeština a angličtiny nabízí mnoho dalších jazyků) a integrace interaktivních úkolů, které dokáží poskytnout zpětnou vazbu. Srovnávaná aplikace umožňuje v rámci trojrozměrných modelů nastavit zobrazení pro 3D projekci s využitím speciálních brýlí, což může umocnit zážitek žáků.

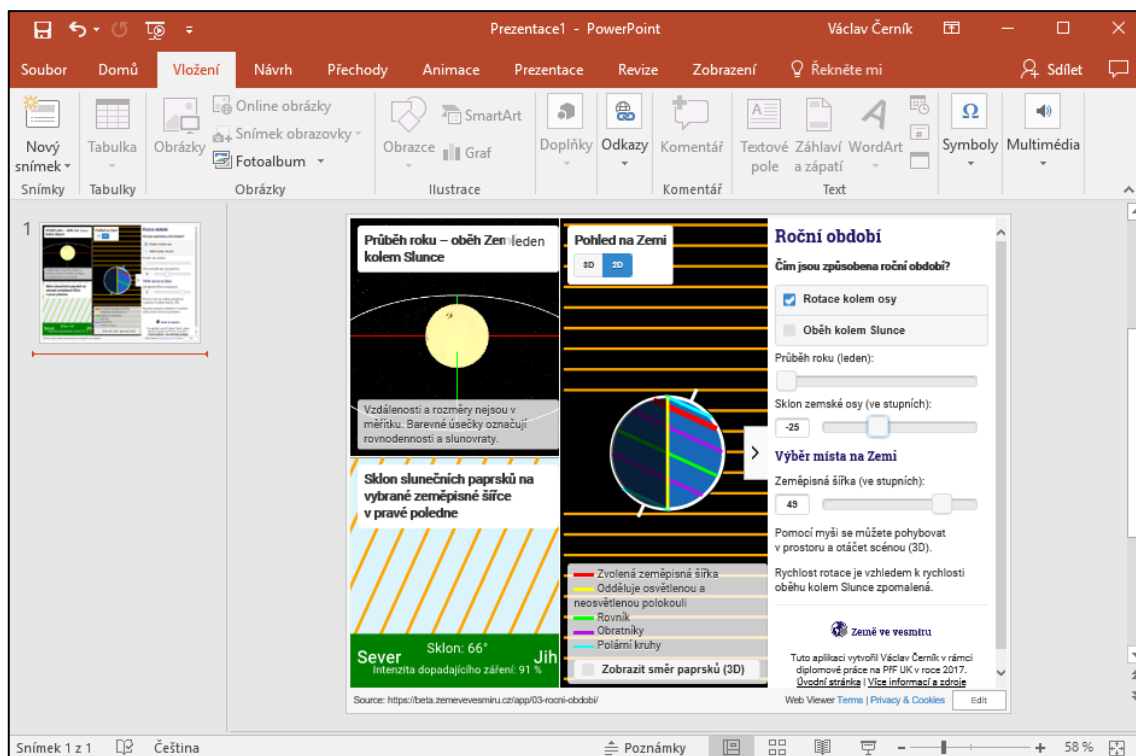
5.7 Využití ve výuce

Způsob využití digitálních technologií ve výuce, včetně vytvořené výukové aplikace, závisí na učitelích. Využití interaktivních animací je daleko efektivnější v rámci ucelené výuky využívající i další materiály a aktivity – výuka by tedy neměla být postavená pouze na interaktivních animacích, resp. vytvořené výukové aplikaci (Lowe a Schnotz, 2008). K jednotlivým učebním objektům byly vytvořeny metodické otázky a úkoly pro žáky, které mohou učitele nasměrovat ke vhodné práci s vytvořenou výukovou aplikací.

Jako doporučení lze také uvést, aby byl při vysvětlování dílčích témat zapojen také verbální doprovod ve formě zvuku – tedy např. výklad učitele, žáka ve skupině apod. Tato forma je pro učení s vizuálně zaměřenou výukovou aplikací daleko vhodnější, než využití doprovodného textu (Mayer a Anderson, 1991; Lowe a Schnotz, 2008).

Při plánování výuky musí učitel brát ohledy na specifika svých žáků. Dnešní žáci jsou obecně zvyklí na častou práci s digitálními zařízeními a většinou jim vyhovuje je využívat pro studium, přesto ale někteří žáci mohou výuku s digitálními technologiemi odmítat – výuka s využitím digitálních technologií nemusí být tedy vhodná pro všechny žáky. Učitel by měl být schopen žákům nabídnout i alternativní cestu, jak daného výukového cíle dosáhnout (Zounek, 2009).

Aplikace vytvořená pomocí webových technologií a dostupná na internetu má i další výhody pro využití ve výuce – jednotlivé učební objekty lze snadno integrovat do jiných digitálních učebních materiálů. Běžně používaný program Microsoft PowerPoint, ve kterém někteří učitelé vytváří své přípravy a prezentace do výuky, umožňuje jednoduchou instalaci doplňku *Web Viewer*. Tento doplněk umožňuje umístění okna webového prohlížeče přímo do snímku v prezentaci. Do běžné prezentace je tak možné zařadit i vytvořené učební objekty, přičemž interaktivita zůstává zachována (obr. 30)



Obr. 30: Integrace učebního objektu do prezentace v Microsoft Powerpointu

Učební objekty lze integrovat i např. do aplikace Nearpod. Aplikace je určená pro tablety a další obdobná digitální zařízení a umožňuje zobrazování prezentace žákům přímo na jejich zařízení. Prezentace umožňují využít další interaktivní obsah, včetně vložení webové aplikace, takže se žáci mohou výuky aktivně účastnit.

6 Závěr

Tematický celek „Země jako vesmírné těleso“ se vyučuje v rámci výuky zeměpisu na gymnáziích a je pro žáky náročný na prostorovou představivost. Žáci byli dosud ve výuce odkázáni na statický obrazový materiál nebo neinteraktivní animace, přitom právě interaktivita je často klíčem ke kvalitnější výuce, neboť při ní žáci mohou experimentovat a učit se, jak se zobrazovaný jev mění při změně vstupních parametrů. Forma vytvořené výukové aplikace byla stanovena jako soubor jednotlivých učebních objektů zaměřených na dílčí témata, celkem bylo vytvořeno 8 učebních objektů a další 4 byly převzaty (tab. 26). U každého učebního objektu byl zpracován stručný teoretický úvod a byly navrženy metodické otázky a úkoly, které mohou učitelé využít ve výuce. Kompletní výuková aplikace byla pojmenována jako „Země ve vesmíru“ a bude zveřejněna na internetu na adrese ZemeVeVesmíru.cz, čímž se stane dostupným materiálem pro výuku.

Tab. 26: Učební objekty ve výukové aplikaci Země ve vesmíru

	Název	Anotace
Sluneční soustava, Země	Sluneční soustava	3D model – interaktivní "procházka" sluneční soustavou <i>Převzatý učební objekt.</i>
	Vzdálenosti a rozměry	Mapová aplikace umožňující přenést těžko představitelné rozměry a vzdálenosti ve vesmíru do známého prostředí
	Tvar Země – geoid	3D model geoidu <i>Převzatý učební objekt</i>
Oběh Země kolem Slunce a rotace Země	Oběžná dráha Země	Aplikace Keplerových zákonů: 3D model demonstrující oběh Země kolem Slunce při odlišné excentricitě dráhy
	Roční období	3D model představující příčiny vzniku ročních období
	Sluneční čas	3D model představující sluneční čas a různou délku světlého dne, včetně polárního dne a noci
	Pásmový čas	Interaktivní mapa časových pásem, zobrazuje aktuální čas na světě <i>Převzatý učební objekt</i>
Měsíc, zatmění a slapové jevy	Měsíční fáze	3D model představující příčiny vzniku měsíčních fází
	Zatmění Slunce a Měsíce	3D model představující příčiny vzniku zatmění Slunci i zatmění Měsíce
	Budoucí zatmění	Přehled budoucích zatmění Měsíce a Slunce <i>Převzatý učební objekt</i>
	Oběh kolem barycentra	Animované schéma sloužící k odstranění časté chyby v uvažování o charakteru pohybu Země kolem barycentra a odstředivé síly z tohoto pohybu plynoucí
	Slapové jevy	3D model působení slapových jevů na zemský povrch

Vytvořená výuková aplikace má velký potenciál využití nejen ve výuce zeměpisu, ale i ve výuce fyziky. Základní charakteristiky této aplikace lze zobecnit na obdobně koncipované aplikace a lze konstatovat, že:

- díky interaktivitě, zejména možnosti nastavování parametrů, dochází při vhodném použití aplikace u žáků k aktivnímu učení, které vede k hlubšímu pochopení problematiky a trvalejšímu uchování poznatků než v případě pasivního přijímání informací;
- aplikace i díky využití moderních digitálních technologií má pozitivní vliv na motivaci žáků při učení, což je základní předpoklad pro kvalitní výuku;
- aplikaci je třeba vždy brát jako doplněk nebo alternativu k běžné výuce – nelze se domnívat, že aplikace nebo digitální technologie odvedou veškerou práci za učitele;
- aplikaci lze využít i mimo přímou výuku – žáci s ní mohou pracovat, a tedy učit se, prakticky kdykoliv a odkudkoliv;
- učitel má volnost ve výběru, v pořadí a způsobu využití jednotlivých učebních objektů, díky čemuž může připravit výuku konkrétním žákům na míru;

Jakýkoliv software se v průběhu času, po vydání své první verze, vyvíjí na základě průběžné zpětné vazby, rozvoje technologií, dalších požadavků apod. Výukovou aplikaci je dále možné rozšiřovat – např. o učební texty, interaktivní úlohy a testy (s cílem poskytovat zpětnou vazbu žákům i učitelům), další specifický obrazový materiál a odkazy. Rozšíření je možné i vytvořením nových učebních objektů zaměřených na další témata týkající se Země a vesmíru. Aplikaci lze přeložit do dalších jazyků, zejména angličtiny, za účelem rozšíření cílové skupiny a využití potenciálu aplikace.

Zdroje

Literatura

- BENEŠ, M. (2012): *Vybrané problémy veřejných licencí*. Diplomová práce. Univerzita Karlova v Praze, Právnická fakulta, Ústav práva autorského, práv průmyslových a práva soutěžního. Praha, 108 s.
- ČAPEK, R. (2015): *Moderní didaktika: lexikon výukových a hodnoticích metod*. Grada, Praha, 624 s.
- ČERNÍK, V. (2014): *Webový mapový portál pro výuku geografie*. Bakalářská práce. Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta, Katedra aplikované geoinformatiky a kartografie. Praha, 50 s.
- DALE, E. (1969): *Audio-visual methods in teaching*. Third edition. Dryden Press, New York, 719 s.
- DOSTÁL, J. (2008): *Učební pomůcky a zásada názornosti*. Votobia, Olomouc, 40 s.
- DOSTÁL, J. (2009). *Educational software and computer games-tools of modern education*. Journal of Technology and Information Education, 1(1), s. 24–28.
- EMERSON, B. (1978): *Approximate solar coordinates*. NAO Technical Note No. 47. H. M. Nautical Almanac Office, England, 7 s.
- FRANC, T. (2014): *Vybrané gravitační jevy ve vesmíru a jejich přiblížení středoškolákům*. Disertační práce. Univerzita Karlova v Praze, Matematicko-fyzikální fakulta, Astronomický ústav Univerzity Karlovy. Praha, 144 s.
- GESCHWINDER, J., RŮŽIČKA E. a RŮŽIČKOVÁ B. (1995): *Technické prostředky ve výuce*. Vydavatelství Univerzity Palackého, Olomouc, 57 s.
- HANUS, M. (2015): *Tablety ve výuce zeměpisu: správná volba?* Geografické rozhledy, 25, 2, s. 14–17.
- KEATING, T. et al. (2002): *The Virtual Solar System Project: Developing Conceptual Understanding of Astronomical Concepts Through Building Three-Dimensional Computational Models*. Journal of Science Education and Technology, 11, 3, s. 261–275.
- KLECZEK, J. (2002): *Velká encyklopedie vesmíru*. Academia, Praha, 582 s.

- KOCOVÁ, T. (2015): *Miskoncepce ve výuce geografie I*. Geografické rozhledy, 25, 1, s. 12-13.
- KOUPIL, J. (2011): *Multimediální podpora fyzikálního vzdělávání*. Dizertační práce. Univerzita Karlova v Praze, Matematicko-fyzikální fakulta, Katedra didaktiky fyziky. Praha, 161 s.
- KÜÇÜKÖZER, H. (2008): *The effects of 3D computer modelling on conceptual change about seasons and phases of the Moon*. Physics Education, 43, 6, s. 632–636.
- KRÁL, L. (2015): *Geoinformatika ve středoškolském kurikulu*. Dizertační práce. Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta, Katedra sociální geografie a regionálního rozvoje. Praha, 89 s.
- LEE, J. a FRIEDMAN, A. M. (2009): *Research on Technology in Social Studies Education*. Information Age Publishing, Charlotte, 269 s.
- LIN, L. a ATKINSON, R. K. (2011): *Using animations and visual cueing to support learning of scientific concepts and processes*. Computers & Education, 56, 3, s. 650–658.
- LOWE, R. a SCHNOTZ, W. (2008): *Learning with animation: research implications for design*. Cambridge University Press, New York, 391 s.
- MAŇÁK, J. (2003): *Nárys didaktiky*. 3. vyd. Masarykova univerzita, Brno, 104 s.
- MAREŠ, J. (2004): *Elektronické učení a individuální styly učení*. Československá psychologie, 2004, 48, č. 4, s. 247–262.
- MAREŠ, J. (1995): *Učení se z obrazového materiálu*. Pedagogika, 4/1995, s. 318–327.
- MATÝSKOVÁ, P. (2011): *Matematické dovednosti aplikované ve výuce geografie na SŠ na příkladu tematického celku Země jako vesmírné těleso*. Diplomová práce. Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta, Katedra sociální geografie a regionálního rozvoje. Praha, 87 s.
- MAYER, R. E. (2014) *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning*. University of Cambridge, New York, 934 s.
- MAYER, R. E. a ANDERSON, R. B. (1991): *Animations need narrations: An experimental test of a dual-coding hypothesis*. Journal of Educational Psychology, 83, 4, s. 484–490.

- MILLS, R., TOMAS, L. a LEWTHWAITE, B. (2016): *Learning in Earth and space science: a review of conceptual change instructional approaches*. International Journal of Science Education, 38, 5, s. 767-790.
- MRÁZKOVÁ, K. a KUBIATKO, M. (2009): *Implementace geoinformačních technologií do výuky zeměpisu na základních školách*. e-pedagogium, 4, s. 46–60.
- OBST, O. a KALHOUS Z. (2000): *Školní didaktika*. Univerzita Palackého, Olomouc, 178 s.
- PATTERSON, T. C. (2007): *Google Earth as a (Not Just) Geography Education Tool*. Journal of Geography, 106, 4, s. 145-152.
- PETRÁČKOVÁ, V. a KRAUS J. (1995): *Akademický slovník cizích slov*. Academia, Praha, 834 s.
- POKORNÝ, Z. (1988): *Astronomické algoritmy pro kalkulátory*. Hvězdárna a planetárium hl. m. Prahy, Praha, 1988, 88 s.
- PRŮCHA, J. (1997): *Moderní pedagogika*. Portál, Praha, 495 s.
- PRŮCHA, J. (2006): *Pedagogická věda a nové výzvy edukační praxe*. Pedagogika, 56(4), s. 307–315.
- PRŮCHA, J., MAREŠ J. a WALTEROVÁ E. (2003): *Pedagogický slovník*. 4. aktualiz. vyd. Portál, Praha, 324 s.
- PRŮCHA, J., WALTEROVÁ E. a MAREŠ J. (2013): *Pedagogický slovník*. 7. aktualiz. vyd. Portál, Praha, 400 s.
- RASCH, T. a SCHNOTZ, W. (2009): *Interactive and non-interactive pictures in multimedia learning environments: Effects on learning outcomes and learning efficiency*. Learning and Instruction, 19, s. 411–422.
- RUIZ, J. G., COOK, D. A. a LEVINSON, A. J. (2009): *Computer animations in medical education: a critical literature review*. Medical Education, 43, 9, s. 838-846.
- SIMBARTL, P. (2015): *Validace interaktivních učebnic pro základní školy*. Dizertační práce. Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta pedagogická, Katedra výpočetní a didaktické techniky. Plzeň, 116 s.
- ŠEĐOVÁ, K. a ZOUNEK J. (2009): *ICT v rukou českých učitelů*. Pedagogika, 2009/1, s. 54–70.
- TŮMA, F. (2013): *ICT ve výuce zeměpisu na základní škole*. Komenský, 137, 3, s. 17–20.

- VALÍŠOVÁ, A. a KASÍKOVÁ, H. (2007): *Pedagogika pro učitele*. Grada Publishing, Praha, 402 s.
- ZOUNEK, J. (2002): *Počítač, Internet a multimédia v práci učitele*. In Novotný, Petr, Pol, Milan (ed.). *Vybrané kapitoly ze školní pedagogiky*. Masarykova univerzita, Brno, s. 61–73.
- ZOUNEK, J. (2009): *E-learning – jedna z podob učení v moderní společnosti*. Masarykova univerzita, Brno, 161 s.
- ZOUNEK, J. a ŠEĐOVÁ, K. (2009). *Učitelé a technologie. Mezi tradičním a moderním pojetím*. Paido, Brno, 172 s.
- ZOUNEK, J. a TŮMA, F. (2014): *Problematika ICT ve vzdělávání v českých pedagogických časopisech (1990–2012)*. *Studia paedagogica*, 19(3), s. 65–87.
- Internetové zdroje**
- BOŘÁNEK, R. (2012): *Flash na ústupu: Mozilla nabídne implementaci v HTML5*. [online]. [cit. 2017-03-20]. Dostupné z: <https://www.root.cz/clanky/flash-na-ustupu-mozilla-nabidne-implementaci-v-html5/>
- ČSÚ (2010): *Děti, dospěli a internet*. [online]. [cit. 2017-02-20]. Dostupné z: https://www.czso.cz/csu/czso/deti_dospeli_a_internet20101201
- ČSÚ (2016a): *Informační společnost v číslech – 2016*. [online]. [cit. 2017-02-25]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/czso/informacni-spolecnost-v-cislech-2016>
- ČSÚ (2016b): *Statistická ročenka České republiky 2016*. [online]. [cit. 2017-02-22]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/documents/10180/33199363/32019816.pdf>
- ČSÚ (2016c): *Využívání informačních a komunikačních technologií v domácnostech a mezi jednotlivci - 2016*. [online]. [cit. 2017-02-20]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/czso/vyuzivani-informacnich-a-komunikacnich-technologii-v-domacnostech-a-mezi-jednotlivci-2016>
- DEVERIA, A. (2017): *Can I use... Web GL – 3D Canvas graphics*. [online]. [cit. 2017-05-26]. Dostupné z: <http://caniuse.com/#feat=webgl>
- EUROPEAN COMMISSION (2013): *Survey of schools ICT in education: benchmarking access, use and attitudes to technology in Europe's schools*. [online]. [cit. 2017-02-28]. Dostupné z: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/survey-schools-ict-education>

- IT-SLOVNIK.CZ (2017): *IT slovník*. [online]. [cit. 2017-02-23].
Dostupné z: <http://it-slovník.cz/>
- JŠI (2017): *Strategie digitálního vzdělávání*. [online]. [cit. 2017-03-23].
Dostupné z: <http://digivzdelavani.jši.cz/>
- KAPOUN, J. (2012): *Průkopníci informačního věku (27.) - Seymour Papert*. [online].
[cit. 2017-02-19]. Dostupné z: <http://businessworld.cz/cio-bw-special/Prukopnici-informacniho-veku-27-Seymour-Papert-9502>
- KŘÍŽEK, M. (2017): *Proč je rotační osa Země nakloněná?* Přírodovědci.cz, odpověď na dotaz. [online]. [cit. 2017-06-01]. Dostupné z:
<https://www.prirodovedci.cz/zeptejte-se-prirodovedcu/1821>
- MATTILA, P., SILANDER, P. et al. (2015): *How to Create the School of the Future*. [online]. [cit. 2017-02-28]. Dostupné z:
<http://nebula.wsimg.com/57b76261c219f5e7083e9978cd2cd66d?AccessKeyId=3209BE92A5393B603C75>
- MŠMT (2017): *Rejstřík škol*. [online]. [cit. 2017-01-02].
Dostupné z: <http://rejskol.msmt.cz/>
- NEUMAJER, O. (2012a): *Mýty a mylnosti o ICT ve vzdělávání*. [online]. [cit. 2017-02-19]. Dostupné z: <http://spomocnik.rvp.cz/clanek/16119/MYTY-A-MYLNOSTI-O-ICT-VE-VZDELAVANI.html>
- NEUMAJER, O. (2012b): *Výukový materiál pro projekt Elektronická školička: Digitální učební materiály – od historie do současnosti*. [online]. [cit. 2017-03-01].
Dostupné z: <https://www.kvic.cz/apps/ICeMSK/GetFile.aspx?src=Poradna&ID=134>
- NEUMAJER, O. a RŮŽIČKOVÁ, D. (2016): *Kritéria kvality digitálních vzdělávacích zdrojů podpořených z veřejných rozpočtů*. Metodický portál RVP. [online]. [cit. 2017-03-02]. Dostupné z: <http://clanky.rvp.cz/clanek/c/Z/21071/KRITERIA-KVALITY-DIGITALNICH-VZDELAVACICH-ZDROJU-PODPORENYCH-Z-VEREJNYCH-ROZPOCTU.html>
- OECD (2015): *Students, Computers and Learning: Making the connection*. [online]. [cit. 2017-02-27]. Dostupné z: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264239555-en>
- ŘÍHOVÁ, L. (2015): *Kritéria výběru dobré vzdělávací aplikace*. Metodický portál RVP. [online]. [cit. 2017-03-02].

Dostupné z: <http://clanky.rvp.cz/clanek/c/s/20017/KRITERIA-VYBERU-DOBRE-VZDELAVACI-APLIKACE.html/>

SMUTNÝ, L. (2010): *I. Interaktivita – Co je interaktivita*. [online]. [cit. 2017-02-19].

Dostupné z: <http://www.dmarketing.cz/2010/01/i-interaktivita-co-je-interaktivita/>

THOMSON REUTERS (2017): *Web of Science*. [online]. [cit. 2017-03-01].

Dostupné z: <https://webofknowledge.com>

WILEY, D. A. (2000): *Connecting learning objects to instructional design theory: A definition, a metaphor, and a taxonomy*. In D. A. Wiley (Ed.), *The Instructional Use of Learning Objects*. [online]. [cit. 2017-02-28].

Dostupné z: <http://reusability.org/read/chapters/wiley.doc>

Kurikulární dokumenty, právní předpisy

Doporučení Evropského parlamentu a Rady ze dne 18. prosince 2006 o klíčových schopnostech pro celoživotní učení. Dostupné z: [http://eur-](http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2006:394:0010:0018:cs:PDF)

[lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2006:394:0010:0018:cs:PDF](http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2006:394:0010:0018:cs:PDF)

MŠMT (2014): *Strategie digitálního vzdělávání do roku 2020*. [online]. [cit. 2017-02-15]. Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy, Praha, 50 s. Dostupné z:

<http://www.msmt.cz/ministerstvo/strategie-digitalniho-vzdelavani-do-roku-2020>

Rámcový vzdělávací program pro gymnázia. Výzkumný ústav pedagogický v Praze, Praha, 2007, 104 s.

Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání. MŠMT, Praha, 2016, 164 s.

Školní vzdělávací program 1st International School of Ostrava (4letý studijní cyklus).

[online]. [cit. 2017-01-02]. 1st International School of Ostrava – mezinárodní

gymnázium, Ostrava, 2015, 506 s. Dostupné z: <http://www.is->

[ostrava.cz/uploads/files/1st-international-school-of-ostava-4-lety-program_f6b35083f.pdf](http://www.is-ostrava.cz/uploads/files/1st-international-school-of-ostava-4-lety-program_f6b35083f.pdf)

Školní vzdělávací program, čtyřleté všeobecné studium, Gymnázium Brno. [online]. [cit.

2017-01-02]. Gymnázium Brno, třída Kapitána Jaroše, Brno, 2012, 143 s. Dostupné

z: https://www.jaroska.cz/sites/default/files/ctyrylete-vseobecne-2012_0.pdf

Školní vzdělávací program GJP 2016. [online]. [cit. 2017-01-02]. Gymnázium Jana

Palacha, Praha, 2016. Dostupné z: <http://www.gjp1.cz/new/index2.php?l=35>

- Školní vzdělávací program Gymnázia Jihlava.* [online]. [cit. 2017-01-02]. Gymnázium Jihlava, Jihlava, 2014, 777 s. Dostupné z: <https://www.gymnaziumjihlava.cz/sites/default/files/docs/school/svp/svp.pdf>
- Školní vzdělávací program Gymnázia Chotěboř.* [online]. [cit. 2017-01-02]. Gymnázium Chotěboř, Chotěboř, 2009, 191 s. Dostupné z: [http://www.gch.cz/kcfinder/upload/file/uc_plany/SVP_G_2014\(1\).pdf](http://www.gch.cz/kcfinder/upload/file/uc_plany/SVP_G_2014(1).pdf)
- Školní vzdělávací program, Gymnázium Dvůr Králové na Labem.* [online]. [cit. 2017-01-02]. Gymnázium, Dvůr Králové nad Labem, 2014, 308 s. Dostupné z: <http://www.gym-dk.cz/storage/svp/svp.pdf>
- Školní vzdělávací program, Gymnázium Moravský Krumlov.* [online]. [cit. 2017-01-02]. Gymnázium, Moravský Krumlov, 2010, 322 s. Dostupné z: <http://www.mkgym.cz/wp-content/uploads/2014/09/Svp-Ctyrlete.doc>
- Školní vzdělávací program pro čtyřleté gymnázium všeobecné, Gymnázium Vincence Makovského.* [online]. [cit. 2017-01-02]. Gymnázium Vincence Makovského se sportovními třídami Nové Město na Moravě, Nové Město na Moravě, 2013, 272 s. Dostupné z: http://www.gynome.cz/images/SVP_2013/SVP_vg_cetyrlete_2013.pdf
- Školní vzdělávací program pro gymnaziální vzdělávání, Gymnázium Havlíčkův Brod.* [online]. [cit. 2017-01-02]. Gymnázium Havlíčkův Brod, Havlíčkův Brod, 2016, 315 s. Dostupné z: http://www.ghb.cz/storage/download/svp/svp_2016_2017.pdf
- Školní vzdělávací program pro gymnaziální vzdělávání, „Per aspera ad astra!“, osmiletý a čtyřletý vzdělávací program.* [online]. [cit. 2017-01-02]. Gymnázium Jana Keplera, Praha, 2017. Dostupné z: <https://sites.google.com/a/gjk.cz/svp/home>
- Školní vzdělávací program pro vyšší gymnázium Pelhřimov.* [online]. [cit. 2017-01-02]. Gymnázium a Obchodní akademie Pelhřimov, Pelhřimov, 2009. Dostupné z: <https://www.gyoa.cz/skola/dokumenty/gymnazium/>
- Školní vzdělávací program pro vyšší gymnázium Žďár nad Sázavou.* [online]. [cit. 2017-01-02]. Gymnázium Žďár nad Sázavou, Žďár nad Sázavou, 2009. Dostupné z: http://www.gymzr.cz/storage/dokumenty/212-svp_vg_gymnazium_zdar_nad_sazavou.pdf
- Školní vzdělávací program pro vyšší stupeň osmiletého studia a pro čtyřleté studium, Gymnázium Velké Meziříčí.* [online]. [cit. 2017-01-02]. Gymnázium Velké Meziříčí,

Velké Meziříčí, 2009, 211 s. Dostupné z: <http://mail.gvm.cz/svp-vg/SVP-VG-GVM.pdf>

Školní vzdělávací program pro vyšší stupeň osmiletého studia a čtyřleté studium, Gymnázium K. V. Raise. [online]. [cit. 2017-01-02]. Gymnázium K. V. Raise, Hlinsko, 2014, 187 s. Dostupné z: <http://gymhlinsko.webnode.cz/dokumenty/>

Učebnice, školní atlasy

BIČÍK, I., JANSKÝ, B., a kol. (2001): *Příroda a lidé Země. Učebnice zeměpisu pro střední školy.* Nakladatelství České geografické společnosti, Praha, 135 s.

DEMEK, J., VOŽENÍLEK, V., VYSOUDIL, M. (2012): *Geografie 1, Fyzickogeografická část, pro střední školy.* SPN – pedagogické nakladatelství, 2. vyd., Praha, 111 s.

HANUS, M., ŠÍDLO, L. (2011). *Školní atlas dnešního světa.* Terra, Praha, 187 s.

KARAS, P., HANÁK, L. (2013): *Příprava na státní maturitu – Zeměpis.* Fragment, 2. vyd., Praha, 215 s.

KARTOGRAFIE PRAHA (2004). *Školní atlas světa.* Kartografie Praha, Praha, 175 s.

KAŠPAROVSKÝ, K. (2008): *Zeměpis I. v kostce pro SŠ.* Fragment, Praha, 151 s.

Výukové aplikace, učební objekty a další webové aplikace

GATTI, A. (2017): *Geoid Viewer* [online]. [cit. 2017-05-05]. Dostupné z:

<http://geomatrica.como.polimi.it/elab/geoid/geoidViewer.html>

Google Earth. [online]. 2017 [cit. 2017-04-11].

Dostupné z: <https://www.google.cz/intl/cs/earth/>

Interactive Globe: Small Arms Imports & Exports. [online]. 2017 [cit. 2017-06-20].

Dostupné z: <http://armsglobe.chromeexperiments.com/>

Mozaik Education. [online]. 2017 [cit. 2017-04-11].

Dostupné z: <https://www.mozaweb.com/cs/>

Mustang Customizer. [online]. 2017 [cit. 2017-06-20]. Dostupné z:

<http://www.ford.com/cars/mustang/customizer/#!/customize>

Slepé mapy. [online]. 2017 [cit. 2017-04-11]. Dostupné z: <https://slepemapy.cz/>

Solar and Lunar Eclipses Worldwide. [online]. 2017 [cit. 2017-04-11]. Dostupné z:

<https://www.timeanddate.com/eclipse/list.html>

The NAAP Labs [online]. 2017 [cit. 2017-04-11]. Dostupné z: <http://astro.unl.edu/naap/>

Time Zone Map. [online]. 2017 [cit. 2017-04-11].

Dostupné z: <https://www.timeanddate.com/time/map/>

VÉZINA, M. (2017): *jsOrrery – JavaScript Solar System Simulator* [online].

[cit. 2017-04-11]. Dostupné z: <http://mgvez.github.io/jsorrery/>

Externí zdroje využité ve výukové aplikaci

BRANDEL, J. (2017): *Two.js (v0.6.0)*. [online]. [cit. 2017-04-01].

Dostupné z: <https://two.js.org/>

GOOGLE (2017): *Google Fonts*. [online]. [cit. 2017-03-11].

Dostupné z: <https://fonts.google.com>

GALLAGHER, N., NEAL, J. (2017): *normalize.css (v5.0.0)*. [online]. [cit. 2017-03-11].

Dostupné z: <https://github.com/necolas/normalize.css>

ETIENNE, J. (2014): *three.js.planets.js*. [online]. [cit. 2017-04-01].

Dostupné z: <https://github.com/jeromeetienne/three.js.planets/>

HASTINGS-TREW, J. (2006): *Planet texture maps*. [online]. [cit. 2017-04-01].

Dostupné z: <http://planetpixelemporium.com/planets.html>

SEZNAM.CZ (2017): *API Mapy.cz (verze 4.11)*. [online]. [cit. 2017-03-20].

Dostupné z: <http://api.mapy.cz/>

THE JQUERY FOUNDATION (2017a): *jQuery (1.11.3)*. [online].

[cit. 2017-03-11]. Dostupné z: <http://jquery.com/>

THE JQUERY FOUNDATION (2017b): *jQuery Mobile (1.4.5)*. [online].

[cit. 2017-03-11]. Dostupné z: <http://jquery.com/>

Three.js (r84). [online]. 2017 [cit. 2017-03-12]. Dostupné z: <https://threejs.org/>

Seznam příloh

- | | |
|-----------|--|
| Příloha 1 | CD s elektronickou verzí práce a zdrojovými kódy vytvořené výukové aplikace |
| Příloha 2 | Analýza obrazového materiálu, který má interpretující funkci, ve vybraných učebnicích zeměpisu a školních zeměpisných atlasech |
| Příloha 3 | Vyplněné hodnotící formuláře |
| Příloha 4 | Vyhodnocení elektronického formuláře |

Příloha 2

**Analýza obrazového materiálu, který má interpretující funkci,
ve vybraných učebnicích zeměpisu a školních zeměpisných atlasech**

Učebnice	Obrazový materiál	Téma
Geografie 1, Fyzickogeografická část (Demek, Voženílek a Vysoudil, 2012)	Schéma planet sluneční soustavy	Sluneční soustava
	Geoid	Tvar Země
	Dmutí oceánské vody vyvolané vlivy Slunce a Měsíce	Slapové jevy
	Zatmění Slunce – schéma	Zatmění Slunce a Měsíce
	Zatmění Měsíce – schéma	Zatmění Slunce a Měsíce
	Fáze Měsíce	Fáze Měsíce
	Schéma rotačního pohybu Země	Rotace Země
	Schéma sklonu zemské osy – jak ovlivňuje střídání ročních období	Oběh Země kolem Slunce
	Důsledek působení vlivů Coriolisovy síly na pohyb vodních nebo vzduchových hmot na Zemi	Rotace Země
	Časová pásma na Zemi a datová hranice	Časová pásma
	Oběh Země kolem Slunce	Oběh Země kolem Slunce
	Vliv tvaru Země na množství dopadajících slunečních paprsků	Dopadající paprsky
Zeměpis I. v kostce pro SŠ (Kašparovský, 2008)	Zatmění Slunce	Zatmění Slunce a Měsíce
	Zatmění Měsíce	Zatmění Slunce a Měsíce
	Zeměpisné souřadnice	Zeměpisné souřadnice
	Střídání ročních období	Oběh Země kolem Slunce
	Časová pásma	Časová pásma
	Slapové jevy	Slapové jevy
Příroda a lidé Země (Bičík, Janský a kol., 2001)	Srovnání průběhu geoidu a elipsoidu	Tvar Země
	Zatmění Slunce a Měsíce	Zatmění Slunce a Měsíce
	Vzdálenosti planet sluneční soustavy od Slunce umístěné do mapy	Sluneční soustava
	Zdánlivá dráha Slunce	Rotace Země
	Intenzita slunečního záření při různé výšce Slunce	Dopadající paprsky
	Vznik dmutí	Slapové jevy
Příprava na státní maturitu – Zeměpis	Oběh Země kolem Slunce a jeho průmět na nebeskou sféru	Oběh Země kolem Slunce
	Slapové jevy	Slapové jevy
Školní atlas světa (Kartografie Praha, 2004)	Sluneční soustava	Sluneční soustava
	Oběh kolem Slunce a střídání ročních období	Oběh Země kolem Slunce
	Fáze Měsíce	Fáze Měsíce
	Jak vzniká příliv a odliv	Slapové jevy
	Skočný a hluchý příliv	Slapové jevy
Atlas dnešního světa (Hanus a Šidlo, 2011)	Sluneční soustava	Sluneční soustava
	Keplerovy zákony	Sluneční soustava
	Zatmění Slunce a Měsíce	Zatmění Slunce a Měsíce
	Fáze Měsíce	Fáze Měsíce
	Pohyb soustavy Země-Měsíc	Slapové jevy
	Oběh Země kolem Slunce	Oběh Země kolem Slunce
	Slapové jevy – skládání sil	Slapové jevy

Příloha 3

Vyplněné hodnotící formuláře (1/5)

Učební objekt	Vhodné pro výuku? 1 – nejlepší, 5 – nejhorší		Poznámky, připomínky, náměty, ...
	Učební objekt	Otázky a úkoly	
Sluneční soustava	1	1	PRÍLOHA VEJCE POKROČILÉ, 1002111
Vzdálenosti a rozměry	1	2	POKROČILÉ, 1002111
Tvar Země – geoid	1	2	VELIKÝ TĚŽNÝ, A1 = PRO ZÁ TĚŽNÝ VÝPOČETNĚ
Oběžná dráha Země	2	2	PRO ZÁ MĚŘENÍ, TĚŽNÝ A1
Roční období	1	2	— —
Sluneční čas	1	2	PRO VÝPOČET SUPER UKÁZKY, PRO ZÁ ZÁ VÝPOČET
Pásmový čas	1	1	SUPER VEJCE POKROČILÉ A ZÁ ZÁ
Měsíční fáze	1	1	— —
Zatmění Slunce a Měsíce	1	1	SUPER VEJCE POKROČILÉ, POUŽÍV
Budoucí zatmění	1	1	— —
Oběh kolem barycentra	1	2	NA ZÁ VÝPOČET, A1 VÝPOČET VÝPOČET POKROČILÉ
Slapové jevy	1	1	SUPER! ZÁ VÝPOČET

Učební objekt	Vhodné pro výuku?		Poznámky, připomínky, náměty, ...
	1 – nejlepší, 5 – nejhorší	Otázky a úkoly	
Sluneční soustava	Praktické počítání na youtu		
Vzdálenosti a rozměry	- 1 -		
Tvar Země – geoid	1 *		
Oběžná dráha Země	Větší excentricita? Kružná trať? "přile"		
Roční období	1		
Sluneční čas	1 -		⇒ ústředí dělníků bílého dne
Pásmový čas	X		⇒ možnost jakéhokoli místa na světě (propojení s Google map)
Měsíční fáze	2		⇒ v "přibližně měsíci" ústředí den (bud' 1-23 nebo i konkrétní datum) ⇒ možná i zkusit grafický vzhled měsíce
Zatmění Slunce a Měsíce	1		
Budoucí zatmění	6		možnost aplikace, ale velmi válečná na pochopení 6. třídy
Oběh kolem barycentra	X		⇒ nepoužitelné na ZS
Slapové jevy	1		překr

Učební objekt	Vhodné pro výuku? 1 – nejlepší, 5 – nejhorší		Poznámky, připomínky, náměty, ...
	Učební objekt	Otázky a úkoly	
Sluneční soustava	pořadí	1	Děky, je to hrozdící! Učitelé využijí! Jan
Vzdálenosti a rozměry	přibližně	1	
Tvar Země – geoid	super	1	
Oběžná dráha Země	fyzika	1	
Roční období	čas	1	
Sluneční čas	přibližně	1	
Pásmový čas	uživatelské	1	
Měsíční fáze	uživatelské	1	
Zatmění Slunce a Měsíce	uživatelské	1	
Budoucí zatmění	uživatelské	1	
Oběh kolem barycentra	přibližně	1	
Slapové jevy	uživatelské	1	

Učební objekt	Vhodné pro výuku? 1 – nejlepší, 5 – nejhorší		Poznámky, připomínky, náměty, ...
	Učební objekt	Otázky a úkoly	
Sluneční soustava	1		Upravit klauzuru pro ZŠ FYZIKU
Vzdálenosti a rozměry	1		— 11 —
Tvar Země – geoid	1		— 11 —
Oběžná dráha Země	1		— 11 —
Roční období			
Sluneční čas			
Pásmový čas			
Měsíční fáze	1		— 11 —
Zatmění Slunce a Měsíce	1		— 11 —
Budoucí zatmění			
Oběh kolem barycentra			
Slapové jevy			

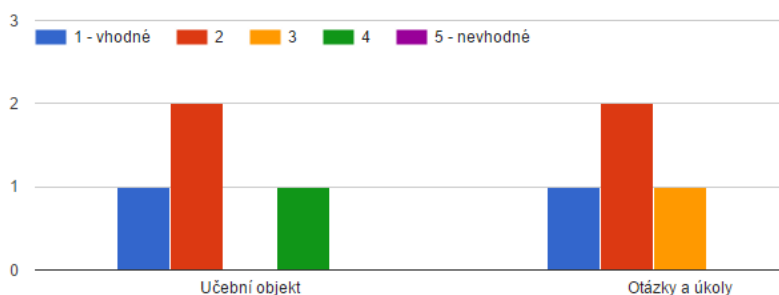
Učební objekt	Vhodné pro výuku? 1 – nejlepší, 5 – nejhorší		Poznámky, připomínky, náměty, ...
	Učební objekt	Otázky a úkoly	
Sluneční soustava			
Vzdálenosti a rozměry	1		9.TŘ. FYZIKA
Tvar Země – geoid	1		7.TŘ. FYZIKA 9.TŘ. F.
Oběžná dráha Země			
Roční období			
Sluneční čas			
Pásmový čas			
Měsíční fáze	1		7.TŘ. FYZIKA
Zatmění Slunce a Měsíce	1		7.TŘ. FYZ.
Budoucí zatmění			
Oběh kolem barycentra			
Slapové jevy			

Příloha 4

Vyhodnocení elektronického formuláře

Sluneční soustava

Ohodnoťte vhodnost pro výuku:



Vzdálenosti a rozměry

Ohodnoťte vhodnost pro výuku:



Tvar Země - geoid

Ohodnoťte vhodnost pro výuku:



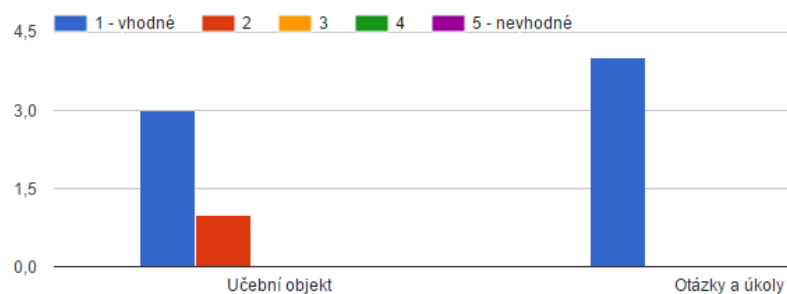
Oběžná dráha Země

Ohodnoťte vhodnost pro výuku:



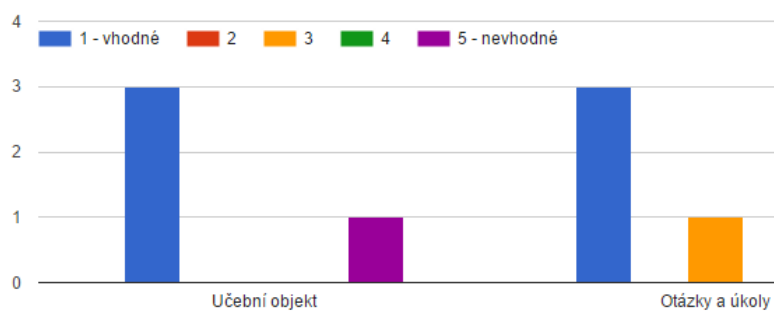
Roční období

Ohodnoťte vhodnost pro výuku:



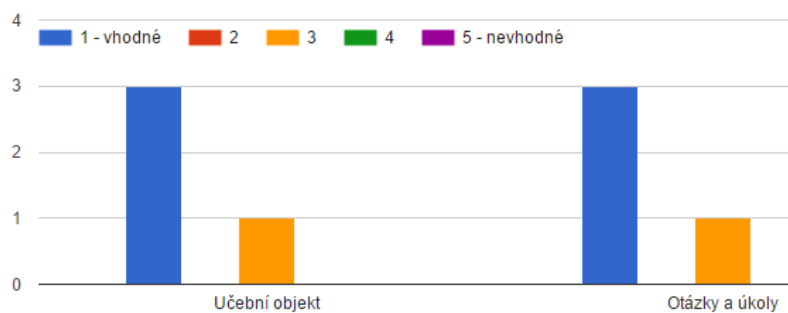
Sluneční čas

Ohodnoťte vhodnost pro výuku:



Pásmový čas

Ohodnoťte vhodnost pro výuku:



Měsíční fáze

Ohodnoťte vhodnost pro výuku:



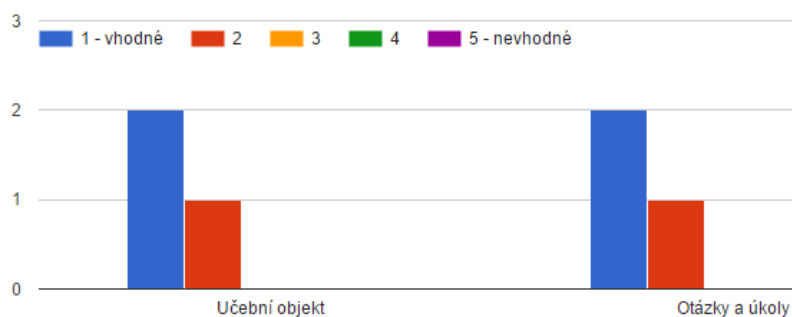
Zatmění Slunce a Měsíce

Ohodnoťte vhodnost pro výuku:



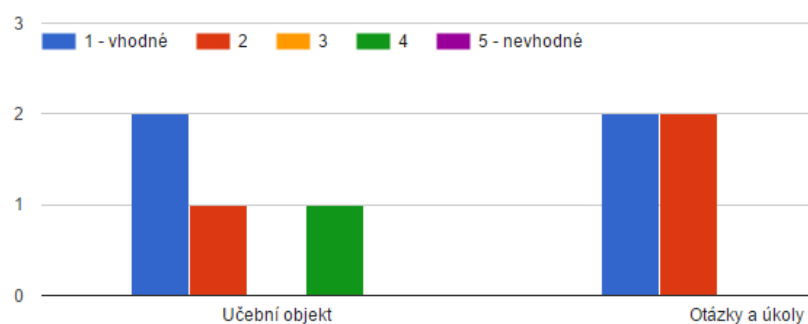
Budoucí zatmění

Ohodnoťte vhodnost pro výuku:



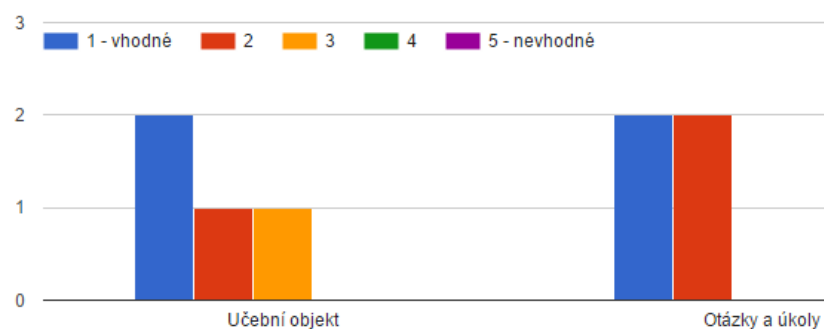
Oběh kolem barycentra

Ohodnoťte vhodnost pro výuku:



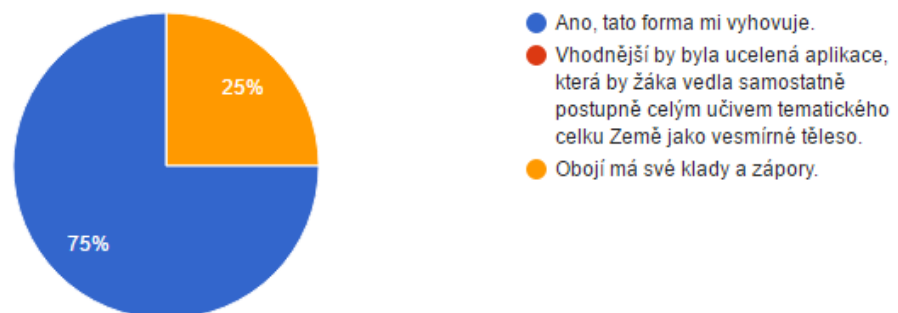
Slapové jevy

Ohodnoťte vhodnost pro výuku:



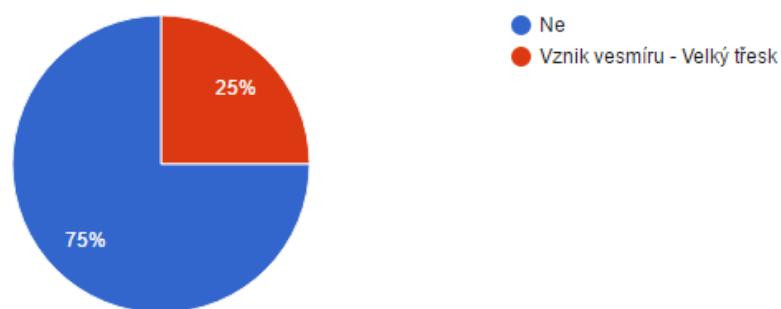
Je vhodná forma aplikace, tedy soubor jednotlivých učebních objektů?

4 odpovědi



Chybí Vám v rámci tematického celku Země jako vesmírné těleso nějaké dílčí téma, které nebylo zpracováno ve formě učebního objektu v této aplikaci? (Pokud ano, napište dílčí téma do možnosti "jiné")

4 odpovědi



Zhodnoťte přínos této aplikace pro výuku tematického celku Země jako vesmírné těleso.

3 odpovědi

